ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 NOVEMBRE 1930.

PRÉSIDENCE DE M. Léon LECORNU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à M. **P. Zeeman**, Correspondant pour la Section de Physique, qui assiste à la séance.

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur l'extension aux fonctions entières des propriétés des polynomes irréductibles.* Note de M. **Emile Borel.**

La question m'a été posée de l'exactitude possible d'un théorème étendant, sous certaines restrictions, aux fonctions entières à coefficients rationnels, les propriétés essentielles des polynomes irréductibles à coefficients entiers. La plus importante de ces propriétés est la suivante : *Un polynome à coefficients entiers qui admet l'un des zéros d'un polynome irréductible à coefficients entiers admet également les autres zéros de ce polynome.*

Il est aisé de voir que cette propriété ne *s'étend pas* aux fonctions entières à coefficients rationnels, *si lente que soit supposée la croissance de ces fonctions.* Nous allons le montrer en formant une fonction entière admettant comme zéro une seule des deux racines de l'équation irréductible

$$x^2 - 2 = 0.$$

Nous pouvons poser, d'une infinité de manières,

$$\sqrt{2} = 1 + \alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \ldots + \alpha_m + \ldots,$$

les nombres α_m étant positifs, rationnels et décroissant plus rapidement que

toute fonction positive $\psi(m)$ donnée à l'avance,

$$0 < \alpha_m < \psi(m).$$

Si nous posons

$$\varphi(x) = 1 + x + \frac{\alpha_1}{2}x^2 + \frac{\alpha_2}{4}x^4 + \frac{\alpha_3}{8}x^6 + \ldots + \frac{\alpha_m}{2^m}x^{2m} + \ldots,$$

il est manifeste que l'on a

$$\varphi(-\sqrt{2}) = 0, \qquad \varphi(\sqrt{2}) \neq 0.$$

Si l'on prend $\psi(m) = \frac{1}{m^{m^m}}$, la fonction $\varphi(x)$ est une fonction entière d'ordre zéro.

Ce résultat, quoique négatif, facilitera peut-être les recherches relatives à l'extension de la théorie de l'irréductibilité aux fonctions entières; cette extension exigerait des conditions restrictives ne portant pas seulement sur l'ordre.

GÉODÉSIE. — *La Section de Géodésie de l'Union géodésique et géophysique internationale à l'Assemblée générale de Stockholm* (11-23 août 1930). Note de M. **Georges Perrier**.

J'ai eu l'honneur de rendre récemment compte à l'Académie, au nom de M. Lallemand, président de l'Union géodésique et géophysique internationale, des faits les plus saillants qui méritent d'être relevés, relatifs à la quatrième Assemblée générale, tenue par l'Union à Stockholm, au mois d'août dernier. Aujourd'hui, comme secrétaire de la Section de Géodésie de l'Union, je crois devoir donner à l'Académie quelques détails sur les travaux de cette Section à Stockholm.

Celle-ci ayant, comme d'habitude, son ordre du jour plus chargé que celui des autres Sections, a commencé ses travaux dès le 11 août, quatre jours avant la séance solennelle d'ouverture de l'Assemblée générale.

Les premières journées de ces travaux ont été remplies par des réunions de son *Comité exécutif*, constitué par 7 membres, et de sa *Commission permanente*, composée d'un membre pour chacun des 38 États contractants.

Ensuite, les Commissions scientifiques constituées en permanence au sein de la Section, pour examiner les divers problèmes qui s'imposent à son attention, ont tenu leurs séances et la Section elle-même s'est réunie neuf fois en séance plénière.

Énumérons les vœux et résolutions les plus importantes des Commissions, tous approuvés par la Section en séance plénière.

La Commission de l'Intensité de la Pesanteur, présidée par M. Soler, professeur de Géodésie à l'Université de Padoue, a recommandé la méthode isostatique, pour réduire au géoïde les valeurs observées de l'intensité de la pesanteur. Elle a renouvelé le vœu que des stations de référence nationales soient reliées au moins à deux stations similaires des pays voisins. Enfin, elle a résolu que, sitôt l'état des finances de la Section de Géodésie amélioré, en raison de l'augmentation de la part unitaire de cotisation des États contractants (¹), un appareil Vening-Meinesz serait acquis par la Section, et prêté aux États qui en feraient la demande, pour effectuer des déterminations d'intensité de la pesanteur en mer. La Commission a entendu d'intéressantes communications sur les nouveaux appareils du Père Lejay, directeur de l'Observatoire de Zi ka wei, et de M. Gustaf Ising, du Laboratoire de Physique de l'Université de Stockholm, appareils propres aux déterminations d'intensité relative de la pesanteur par des méthodes nouvelles.

La Commission des Latitudes, chargée concurremment avec une Commission analogue de l'Union astronomique internationale, du contrôle scientifique et administratif du Service international des Latitudes, a été présidée, en l'absence de M. Kimura, directeur de l'Observatoire international des Latitudes à Mizusawa, par M. Tanakadate. Elle s'est préoccupée de l'état d'avancement de la publication des résultats obtenus par l'ancien Service international des Latitudes, de 1912 à 1922, publication à laquelle la Section de Géodésie contribue pécuniairement. Elle a appris avec satisfaction que des nouvelles stations fonctionnent ou vont fonctionner à Gaithersburg (États-Unis), à Kitab (U. R. S. S.), à La Plata (Argentine), et à Adelaïde (Australie).

La Commission des Projections, présidée par le général Bošković, directeur de l'Institut géographique militaire yougoslave, a apporté une attention particulière aux travaux de MM. le colonel Laborde, Young et Biernacki.

La Commission de Règlementation internationale des Travaux géodésiques, présidée par M. William Bowie, chef de la Division de Géodésie au « Coast and Geodetic Survey », s'est partagée en deux Sous-Commissions : celle

---

(¹) Voir *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 631.

des *Triangulations*, présidée par M. Maury, chef de la Section de Géodésie de l'Institut cartographique militaire de Bruxelles, et celle des *Nivellements de Précision*, présidée par M. Vignal, directeur du Service du Nivellement général de la France. Ces Commissions sont parvenues à une rédaction définitive des recommandations de la Section de Géodésie, au sujet des bases, triangulations et nivellements de précision. La Section a décidé qu'elles continueraient leurs travaux, sous forme de Commissions permanentes chargées de l'étude de toutes les questions relatives à ces branches de la Géodésie.

La Commission des Longitudes, présidée par M. le général Ferrié, qui fonctionne comme Commission mixte avec une Commission analogue de l'Union astronomique internationale, a procédé à une étude détaillée des conditions dans lesquelles doit s'effectuer la reprise de la grande opération des Longitudes mondiales exécutée en 1926. Elle a fixé l'opération prochaine aux mois d'octobre et de novembre 1933. En dehors des Observatoires ayant déjà pris part aux mesures de 1926, plus de 25 stations nouvelles ont déjà annoncé qu'elles participeraient à l'opération future. Les trois réseaux principaux seront les suivants : 1° Greenwich-Tokio-Vancouver-Ottawa; 2° Alger-Zi ka wei-San Diego; 3° Le Cap-Adelaide-Rio de Janeiro. La Commission a émis le vœu que, pour fixer la valeur d'hypothèses qui supposent des mouvements ou des déformations superficielles de l'écorce terrestre (Wegener, Vening-Meinesz) des stations conjuguées, parfaitement installées, soient organisées pour l'opération de 1933 dans les régions suivantes : 1° Pointe du Groenland et Écosse; 2° Madagascar et Mozambique; 3° Iles de Ternate et Monado (Indes néerlandaises).

Enfin, la décision la plus importante de la Commission des Longitudes, ratifiée par l'Union géodésique et géophysique tout entière, est certainement la suivante : Le Bureau international de l'Heure à Paris sera chargé de toutes les études relatives à la prochaine opération des Longitudes, et, sans doute, aux opérations suivantes. Dès que la situation financière de la Section de Géodésie le permettra ([1]), il recevra une subvention annuelle de cette Section, pour reconnaître les services qu'il rend, non seulement aux astronomes, mais aussi aux géodésiens.

Différentes Commissions ont examiné l'état des jonctions géodésiques internationales en cours (jonction franco-belge, jonctions franco-italiennes, jonction franco-espagnole au Maroc, etc.).

([1]) Voir note ([1]) ci-dessus.

La Commission de l'arc de Méridien de l'océan Arctique à la Méditerranée prolongé jusqu'en Afrique a pris connaissance, par le rapport de son secrétaire, le colonel Beneš, chef de la Section de Géodésie de l'Institut géographique militaire de Prague, des importants travaux exécutés pour la mesure de l'arc en Grèce, Yougoslavie, Roumanie, Tchécoslovaquie. Déjà une chaîne continue de triangles s'étend aujourd'hui du sud de la Grèce au sud de la Pologne.

Des Commissions spéciales ont été constituées pour l'étude d'une nouvelle mesure de l'arc du parallèle moyen en Europe, pour activer, si possible, les travaux de l'arc du 30e méridien en Afrique (arc du Cap au Caire), et pour provoquer une jonction du Siam à l'Australie, à travers les îles de l'Archipel Malais. Une autre Commission procédera à une première étude d'une compensation d'ensemble du réseau européen, question ardue s'il en fut.

Les volumes de la *Bibliographie géodésique internationale* préparés au Secrétariat de la Section de Géodésie pour les années 1928, 1929, 1930 seront imprimés par les soins de l'Institut géographique militaire de Florence, décision prise par la Section à la suite d'une offre généreuse du général Vacchelli, directeur de cet Institut.

La Section a eu aussi bon nombre d'affaires administratives et d'organisation à examiner. Elle a réélu M. Bowie président et le général Perrier secrétaire, étant entendu que leurs pouvoirs prennent fin à l'expiration de la Convention internationale qui régit le Conseil international de Recherches et les Unions qui en dépendent (1er janvier 1932), mais qu'en fait, ils continueront à gérer les affaires courantes jusqu'à la prochaine Assemblée générale de l'Union, prévue pour 1933 à Lisbonne.

Il a été reconnu que les ressources actuelles de la Section sont insuffisantes pour qu'elle puisse rendre à la Science géodésique tous les services que celle-ci est en droit d'attendre d'une organisation internationale; mais l'augmentation de la part unitaire de cotisation, votée par l'Union (1) permet à la Section d'espérer qu'elle disposera prochainement, comme l'a décidé la Commission des Finances de l'Union, d'un budget annuel de 500000fr français.

Les comptes rendus de l'Assemblée de la Section de Géodésie à Stockholm seront publiés dans les prochains numéros du *Bulletin géodésique*, qui

---

(1) Celle-ci doit être portée de 900fr à 2000fr or. Voir note (1) ci-dessus.

contiendront les travaux des Commissions et les procès-verbaux des séances plénières, et dans les prochains tomes de la collection des *Travaux de la Section de Géodésie*, consacrés aux *Rapports nationaux* sur les travaux exécutés dans les différents pays et aux *Rapports généraux* sur les diverses branches de la Science géodésique, présentés à l'Assemblée générale de Stockholm.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE. — *Sur l'utilisation de l'énergie thermique des mers.* Note de M. Georges Claude.

J'ai indiqué dans ma précédente Note [1] comment s'est terminé heureusement par l'immersion correcte de mon troisième tube un effort de 2 ans.

Le jour même de la connexion du tuyau à la côte, 15 septembre, la pompe Rateau du puits était mise en mouvement à l'allure de 4000 m³/h. Bientôt, l'eau du puits se refroidissait, donnant une température assez curieusement variable entre 13 et 16°, ce que j'ai d'abord attribué aux fluctuations des basses couches du Gulf Stream, conformément aux idées exposées par M. Idrac [2]. Mais un défaut à une soudure du tuyau, constaté ultérieurement au voisinage de la côte et provoquant à la faveur de la dépression une rentrée d'eau variable [3], a enlevé la netteté de nos conclusions, aussi bien à ce propos qu'à celui de la valeur du réchauffement. Celui-ci ne doit toutefois pas dépasser ni même atteindre 2°, puisque, malgré le mélange d'un peu d'eau de surface, on a enregistré un minimum de 11°,9 le 5 octobre de 6h30m à 8h30m du matin, alors que les mesures de température à 600m (profondeur *probable* de l'extrémité du tube, les ballons destinés à indiquer la profondeur exacte ayant rompu leurs attaches pendant l'immersion) indiquent à cette profondeur une température variant entre 10 et 12°. Le défaut du tronçon A immergé depuis le 8 juin peut être attribué en partie au fait que la tranchée de protection, au lieu d'être creusée jusqu'à 17m de profondeur, n'a pu être poussée par l'entrepreneur que jusqu'à 14m. Ces faits sont d'ailleurs sans importance pour les installations futures dont

---

(1) *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 746. Dans cette Note, page 748, ligne 26, *au lieu de* 23 août, *lire* 23 juin.

(2) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 644.

(3) Une dépêche reçue à l'instant du personnel resté pour démonter l'usine m'apprend que la tempête l'a beaucoup aggravée.

les dispositions — à la faveur des enseignements acquis — seront tout à fait différentes.

Ce pompage provoquait dans le puits une dépression de 3^m pour un débit de 1 m^3/s, une vitesse dans le tube de 0,50 m/s et une température dans le puits de 13°. Cette dépression se réduisait à $0^m,60$ lors de l'arrêt de la pompe, après plusieurs oscillations de grande amplitude bien entendu.

La perte de charge dans le tube intervient donc pour $2^m,40$ et l'excès de densité de la colonne d'eau froide pour $0^m,60$. Ces résultats, relatifs à un tube de $1^m,60$ de diamètre, montrent combien peu d'énergie il en coûtera pour aller chercher l'eau froide au fond des mers. Dans les énormes tubes de l'avenir, des vitesses de 1^m par seconde donneront des pertes de charge inférieures à 2^m. Il est bien évident aussi que la question du réchauffement de l'eau pendant son ascension ne se posera plus pour de pareils tuyaux.

Le 19 septembre, un excellent essai d'ébullition dissipait à son tour mes craintes que l'eau de mer, en raison de sa viscosité plus grande, ne produisît dans sa violente ébullition des mousses abondantes, capables de démolir les turbines. En réalité, elle m'a paru se comporter aussi tranquillement que l'eau de la Meuse. On pouvait donc aussitôt procéder au montage de la turbine, que quelques difficultés prolongeaient jusqu'au 1er octobre : ce même jour, la turbine mise en route avec des températures respectives de 27° et 15°,5 donnait une puissance de 10 kilowatts pour une consommation d'eau froide voisine de 250 litres par seconde. Ces résultats étaient progressivement améliorés jusqu'à 22 kilowatts, obtenus le 20 octobre dans les conditions suivantes :

Consommation d'eau chaude et d'eau froide très peu supérieure à 200 litres par seconde.

Température eau chaude : initiale 27°, finale 25°.

Température eau froide : initiale 13°, finale 15°.

Pression absolue au bouilleur 23^{mm}, au condenseur 16^{mm} (ce qui fait ressortir une grosse possibilité d'amélioration du condenseur).

Vitesse de la turbine 3000 tours par minute, bien éloignée de la vitesse de régime 5500.

Gaz dissous extraits du condenseur, 3^{cm^3} par litre d'eau.

On a observé que certainement l'énergie dépensée pour le pompage et l'extraction des gaz était bien supérieure à 22 kilowatts et qu'en conséquence ma démonstration ne prouvait rien. Qu'on dépense à Matanzas bien plus de 22 kilowatts et même près de 100, je m'en suis expliqué longuement à l'avance, dans une conférence à l'École Polytechnique que prési-

dait notre regretté confrère M. Rateau (21 mai 1929). Il suffira de s'y reporter pour se convaincre de la manière dont l'événement a confirmé nos prévisions.

Je dois en effet indiquer tout d'abord que les résultats précédents ont été obtenus avec un *cinquième* seulement de l'eau froide, le reste étant rejeté à la mer. En effet, un gros tube remontant beaucoup d'eau était indispensable pour éviter le complet réchauffement de l'eau durant son ascension — et cependant, je ne pouvais disposer que de ma turbine d'Ougrée, de grandes turbines fonctionnant sous de si faibles pressions ne se construisant pas encore. Si la totalité de l'eau avait été employée, j'aurais donc produit 110 kilowatts bruts.

D'un autre côté, si les raisons d'économie auxquelles j'ai été contraint après le désastre du premier tube ne m'avaient conduit à réduire à $1^m,60$ les 2^m de diamètre de ce premier tube, sa section de 50 pour 100 plus grande m'eût permis de remonter deux fois plus d'eau avec la même dépression de 3^m dans le puits et un réchauffement moindre — donc de produire plus de 220 kilowatts bruts.

Enfin, j'ai montré (1) que l'énergie produite dans de semblables installations croît comme le *carré* de la différence de températures. Si je ne m'étais cru obligé, pour des raisons de prudence, à immerger mon premier tube, donc les autres, aux faibles profondeurs de la baie de Matanzas, j'aurais pu bénéficier, dans les parages de Santiago de Cuba, d'un écart moyen de 24° (29° — 5°) au lieu de 14°, et recueillir une puissance trois fois plus grande, soit 660 kilowatts bruts — tout ceci sans tenir compte du rendement infiniment meilleur d'appareils beaucoup plus puissants.

Quant à l'énergie requise pour les dépenses du système, je l'ai évaluée (2) à 25 pour 100 de l'énergie produite, et n'ai aucune raison de revenir sur cette évaluation, que les constatations ci-dessus confirment pleinement. *Tels quels*, ces chiffres font ressortir à 330 kilowatts bruts et à 250 kilowatts *nets* la puissance fournie par m^3/s d'eau froide sous une différence de températures de 24° C.

Si maintenant on prend en considération l'énorme amélioration résultant de l'emploi d'appareils très puissants à la place de mon unité de 50 kilowatts tournant à moitié de sa vitesse de régime et à moins de moitié de sa charge, et toutes les améliorations évidentes et possibles, on arrive à cette con-

(1) *Comptes rendus*, **187**, 1928, p. 556.
(2) *Comptes rendus*, **185**, 1927, p. 987.

clusion que dans les conditions de température de Santiago de Cuba et dans les puissantes usines Claude-Boucherot de l'avenir, on obtiendra au moins *cinq cents kilowatts nets* par mètre cube d'eau froide par seconde.

C'est un résultat magnifique, conforme à nos meilleures espérances.

Enfin, mes réflexions de toutes natures et la précieuse expérience que j'ai acquise me confirment dans l'*opinion* qu'il n'y aura pas de très grosses difficultés dans la réalisation de telles usines et que leur prix sera inférieur à celui des meilleures usines hydrauliques, inférieur même, pour les très grandes usines, à 2000^{fr} par kilowatt.

SISMOLOGIE. — *Sur la localisation des épicentres des tremblements de terre.* Note (¹) de M. B. BERLOTY.

Au cours d'une recherche sur la situation des épicentres des séismes, j'ai rencontré un fait précis intéressant parce qu'il apporte une confirmation aux vues théoriques exprimées au Tome IV (p. 231) du *Traité de Mécanique* de M. Appell. Le parallèle d'articulation et de déformation d'un ellipsoïde très peu aplati, comme la Terre, est celui de 35°15′52″; là sera une zone de dislocation et de fracture probable; là, d'après M. Véronnet, s'exercent, sous l'influence de la Lune, des compressions et dilatations successives, causes probables de séismes; le parallèle de 35° passe sur des pays célèbres par leur instabilité séismique.

Les *International Seismological Summary* de M. Turner indiquent les coordonnées épicentrales des tremblements de terre pour lesquels les bulletins des observatoires ont permis la localisation de leur épicentre. J'ai parcouru les neuf volumes de 1918 à 1926; j'ai classé les épicentres inscrits de 5° en 5° de latitude et noté le nombre moyen des neuf années pour chaque zone; toutefois, pris tels quels ces nombres donneraient une connaissance peu exacte de la répartition des épicentres, les étendues superficielles étant variables d'une zone à l'autre; on est conduit à leur substituer les densités épicentrales des diverses zones. N_n étant le nombre brut des épicentres dans la zone de surface S_n limitée par les parallèles $n.5°$ et $(n+1).5°$, la densité épicentrale correspondante sera $D_n = \frac{N_n}{S_n}$ et, puisqu'il s'agit seulement de comparer les zones entre elles, on peut rem-

(¹) Séance du 6 octobre 1930.

placer D_n par kD_n où k est un facteur constant. Si R = rayon terrestre, on a

$$S_n = 2\pi R[\sin(n+1)5^\circ - \sin n 5^\circ] = 4\pi R \sin\frac{5^\circ}{2}\cos\frac{2n+1}{2}5^\circ$$

$\frac{1}{S_n}$ est proportionnel à $\text{séc}\,\frac{2n+1}{2}5^\circ$ et, les nombres $P_n = N_n\,\text{séc}\,\frac{2n+1}{2}5^\circ$ représenteront les densités relatives des zones.

Dans le Tableau I, les zones sont désignées par la latitude du parallèle supérieur, ainsi — 85° désigne la zone de — 90° à — 85°, et, 40° celle de 35° à 40°. (Les épicentres situés sur le parallèle supérieur d'une zone ont été attribués à cette zone, ceux du parallèle inférieur en sont exclus.)

Tableau I.

L.	P.	L.	P.	L.	P.	L.	P.
°		°		°		°	
—85.....	0,0	—40.....	3,0	+ 5.....	12,3	+50.....	28,9
—80.....	0,0	—35.....	3,8	10.....	15,0	55.....	23,4
—75.....	1,0	—30.....	9,9	15.....	14,3	60.....	8,1
—70.....	0,0	—25.....	11,7	20.....	17,2	65.....	4,6
—65.....	1,2	—20.....	9,9	25.....	24,7	70.....	3,5
—60.....	0,2	—15.....	15,3	30.....	14,0	75.....	7,0
—55.....	4,5	—10.....	12,5	35.....	39,3	80.....	2,6
—50.....	3,5	— 5.....	17,9	40.....	81,1	85.....	4,3
—45.....	3,3	0.....	17,6	45.....	63,2	90.....	0,0

Le peu d'années utilisées explique quelques irrégularités dans la suite des nombres P, mais il est impossible de ne pas remarquer l'accroissement brusque des nombres dans les zones comprises entre les parallèles 30° et 50°, et, spécialement dans la zone de 35° à 40°. La figure ci-contre est expressive.

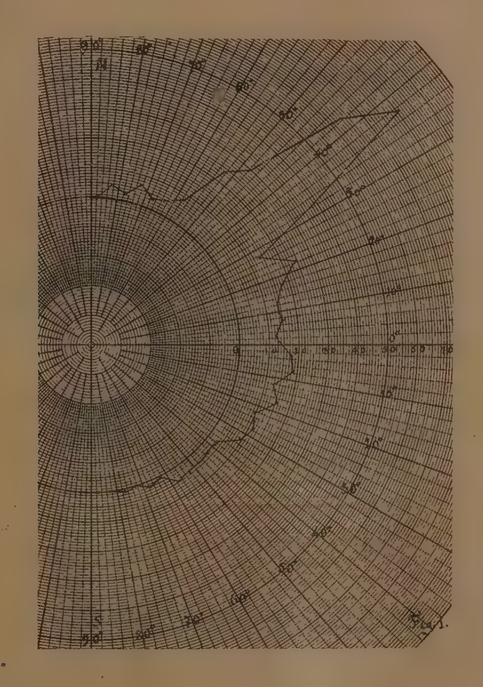
Examinant de plus près l'intervalle de 35° à 40°, en procédant de degré en degré, le même mode de calcul conduit au Tableau II :

Tableau II.

L.	P.	L.	P.
°		°	
+34.................	8,0	+38.................	17,6
+35.................	20,5	+39.................	9,9
+36.................	24,3	+40.................	14,1
+37.................	17,4	+41.................	14,8

Il y a prépondérance nette de la zone 35° à 36°. Peut-on préciser davan-

tage? Cela paraît difficile. L'*International Summary* donne les épicentres de 0°,1 en 0°,1, c'est-à-dire à 11km près; ceux-ci sont déterminés *au jugé* par recoupement sur un globe terrestre : « The intersections indicate the neighbourhood of the epicentre, which is selected by inspection » (*Int. Seis. Summary*, 1920, p. 6); dans ces conditions l'inévitable vague des



appréciations incline à grouper les épicentres plutôt vers les dixièmes 0 et 5, et aussi vers 2, 3, 7 et 8. En fait, pour les dixièmes successifs de 34°,7 à 36°,3 on a obtenu, comme moyennes des neuf années, les nombres

0,1 0,1 0,0 15,7 0,0 0,8 1,4 0,0 7,6 0,0
3,4 0,0 0,0 11,8 1,8 0,6 0,3

Les nombres 15,7, 7,6, 11,8 correspondent respectivement à 35°,0, 35°,5 et 36°,0; la prépondérance se trouve bien vers 35°,0.

Imaginons qu'on représente 34°,7, 34°,8, ... sur un axe OX par les points 1, 2, 3, ... et à chaque point attribuons le poids représenté par le nombre P correspondant, cherchons enfin l'abscisse du centre de gravité de ce système, nous trouverons $x=6,6$; ce point tombe entre les points

représentatifs de 35°,2 et 35°,3 et représente exactement 35°15′36″; le parallèle correspondant est à la distance de 16″ seulement (un demi-kilomètre environ) du parallèle de déformation indiqué par la théorie; la coïncidence est remarquable, et, l'on peut espérer qu'une statistique plus prolongée la confirmera et pourrait même la rendre plus étroite.

M. **Emmanuele Paterno di Sessa** fait hommage à l'Académie d'un fascicule qu'il a publié sur les origines de la stéréochimie.

ÉLECTIONS.

Par l'unanimité des suffrages exprimés, M. **L. Lapicque** est désigné pour faire partie du *Conseil Supérieur des recherches agronomiques*, en remplacement de M. *A.-Th. Schlœsing* décédé.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° R. Decary. *L'Androy (Extrême Sud de Madagascar). Essai de monographie régionale*. I. *Géographie physique et humaine*.

2° Melina Lipinska. *Les femmes et le progrès des sciences médicales*. Préface de Albert Thomas. (Présenté par M. E. Quénu.)

3° Paul Vayssière. *Les Insectes nuisibles au cotonnier dans les colonies françaises*. (Présenté par M. P. Marchal.)

GÉOMÉTRIE. — *Fonctions de variable complexe et représentations géométriques*. Note de M. **Paul Delens**.

1. Nous avons, dans notre dernière Note [1], énoncé la propriété *caractéristique* (C) d'une transformation conforme sur la sphère, d'*admettre en*

---

[1] *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 640.

tout point une transformation circulaire osculatrice; (C) équivaut à l'existence d'un faisceau de transformations circulaires tangentes, et dans celui-ci d'une similitude quand la sphère est remplacée par un plan (substitution indiquée pour la géométrie euclidienne).

Les transformations en jeu, directes ou indirectes, sont traduites par des relations $\Omega(u, v) = 0$ ou $\Theta(u, \bar{v}) = 0$ entre variables complexes; par fonction de variable complexe nous entendons une fonction analytique $v = \omega(u)$ ou $\bar{v} = \theta(u)$ définie par une des relations précédentes, ou la fonction uniforme correspondante sur un feuillet de Riemann. Notre remarque montre que le rôle du cercle dans la théorie des fonctions ou de la représentation conforme restera important quand interviendront les propriétés différentielles du second ordre, peu considérées jusqu'ici.

2. Soit $Z = X + iY$ une fonction de $z = x + iy$; en (z_0, Z_0) la transformation circulaire osculatrice est représentée par la fonction

$$(1) \qquad \zeta = Z_0 + (z - z_0)Z'_0 + \frac{(z - z_0)^2}{2}\left(Z''_0 + \frac{(z - z_0)Z''^2_0}{2Z'_0 - (z - z_0)Z''_0}\right)$$

et $\zeta_0 = Z_0$, $\zeta'_0 = Z'_0$, $\zeta''_0 = Z''_0$; ou en mettant en évidence les points-limites

$$(2) \qquad (\zeta - T_0)(z - t_0) = (\zeta_0 - T_0)(z_0 - t_0)$$

avec

$$(3) \qquad T = Z - 2\frac{Z'^2}{Z''}, \qquad t = z - 2\frac{Z'}{Z''} = z - 2\frac{\dot{z}^2}{\ddot{z}},$$

les dérivées par rapport à z[Z] étant représentées par des accents [points].

Nous appelons *réseau* (*angulaire*) la famille de courbes (de la sphère) déterminée par un faisceau de lignes et leurs trajectoires sous angles constants; en un point, les cercles osculateurs de ces courbes forment un faisceau linéaire dont les points de base seront dits l'origine et le pôle d'un repère circulaire mobile. La propriété (C) est équivalente à un théorème de M. Blaschke [1] sur la condition d'isothermie d'un réseau, soit l'existence d'une transformation conforme directe entre l'origine et le pôle du repère attaché au réseau, et les formules (3), donnant les affixes des pôles pour les réseaux transformés des réseaux rectilignes des plans de z et Z, traduisent la correspondance indiquée.

3. Soit la fonction $\bar{v} = \theta(u)$ définie par $\Theta(u, \bar{v}) = 0$ (u, $\bar{u}$ et v, $\bar{v}$ coor-

---

[1] Cf. W. Blaschke et G. Thomsen, *Differentialgeometrie*, 3, p. 120.

données symétriques sur la sphère); d'après la démonstration de notre Note précitée :

La transformation circulaire osculatrice d'une transformation conforme indirecte en un point réel d'affixe u est la transformation attachée aux cercles osculateurs à la courbe d'équation $\Theta(u, \overline{u}) = 0$, *aux points associés (sphériques) du point considéré.*

La correspondance (F) de Laguerre, soit $\Theta(u, \overline{v}) = 0$, peut être utilisée pour une extension de la méthode de prolongement analytique, dite *des images*, $\Theta(u, \overline{u}) = 0$ étant l'équation de la courbe frontière d'un domaine.

4. On connaît la représentation géométrique d'une fonction de variable complexe par une congruence isotrope de Ribaucour ou son enveloppée moyenne, surface minima.

Il s'agit toujours de deux développables isotropes conjuguées Φ, $\overline{\Phi}$, mais en définissant celles-ci par leurs traces sur une sphère ou un plan, nous avons une interprétation *plus facile et plus symétrique* des variables complexes et de la relation qui les lie, autres d'ailleurs que celles considérées d'habitude. Une courbe réelle de l'espace définit un couple Φ, $\overline{\Phi}$ et une correspondance (F), mais deux développables *arbitraires* Φ, $\overline{\Phi}$ ne sont pas engendrées par les normales isotropes d'une courbe réelle, et pour une courbe complexe interviennent des couples de développables Φ, $\overline{\Gamma}$ et $\overline{\Phi}$, Γ et de transformations (F), (G^{-1}).

5. *a*. Les axes focaux D d'un cycle réel $\mathcal{F}$ forment une congruence isotrope *spéciale* R : la surface minima est réduite au centre O, la surface moyenne au plan Π de $\mathcal{F}$. Un axe focal réel D est l'intersection de plans isotropes tangents à $\mathcal{F}$ aux points conjugués m et $\overline{m}$: il constitue une image réelle de ces plans, et aussi une image euclidienne des points précédents, représentant encore la congruence paratactique $\mathcal{C}$ définie par $\mathcal{F}$ et $\mathcal{M} = m\overline{m}$; on le rattachera à m, et à $\overline{m}$ correspondra l'axe Δ symétrique par rapport au plan Π.

b. Si un point m décrit une courbe, avec cycle osculateur $\mathcal{H}$, en substituant, sur le cône osculateur à la développable Φ, à $\mathcal{H}$ un cycle réel $\mathcal{F}$, à m un point p, suivant un procédé déjà décrit, on est ramené à considérer un couple Φ, $\overline{\Phi}$ et une correspondance (F); on obtient une congruence ($\mathcal{C}$) de cycles $\mathcal{F}$, représentant la courbe isotrope (f), déjà étudiée par M. Coolidge; p et m ont pour image l'axe focal D de $\mathcal{H}$ et $\mathcal{F}$, qui décrit une congruence isotrope générale (R). Or :

Une congruence isotrope (R) *a pour congruence tangente suivant chacun*

de ses axes D *une congruence spéciale* R; même relation entre ($\mathfrak{T}$) et $\mathfrak{T}$, etc.

Les propriétés connues d'une congruence (R), relatives aux lignes de striction des surfaces de la congruence, aux éléments orthogonaux, aux couples de surfaces isométriques, etc., dépendant des éléments différentiels du premier ordre, découlent par la méthode infinitésimale de celles de R; et pour cette congruence spéciale, elles se démontrent *élémentairement*. On complète ainsi, par exemple, la génération tangentielle de Ribaucour d'une surface minima, par la détermination du point de contact (cf. Darboux, *Théorie des surfaces*, 1, p. 420).

Congruences isotropes, surfaces minima, surfaces applicables : c'est au cœur de la géométrie comme à la base de la théorie des fonctions que conduit la figuration réelle des propriétés de parataxie, étude poursuivie depuis peu à l'instigation de M. Hadamard.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la déformation des congruences de normales*. Note de M. **Marcel Vasseur**, présentée par M. Goursat.

Ribaucour a le premier introduit la notion de *déformation d'une congruence*. A chaque point M d'une surface (S) on fait correspondre une droite (D) considérée comme invariablement liée au plan tangent à (S) au point M; l'ensemble de ces droites forme une congruence (C); si (S) se déforme en une surface (S′), chaque droite (D) se transforme en une droite (D′); l'ensemble des droites (D′) forme une congruence dite déformée de (C).

On peut se poser de nombreux problèmes à propos de la déformation des congruences; dans ce qui suit je recherche les congruences de normales attachées à une surface (S) qui demeurent congruences de normales quand (S) se déforme d'une manière continue; nous appellerons de telles congruences, *congruences de normales persistantes*. M. Vincensini[1] a étudié la question dans le cas particulier où les droites (D) sont perpendiculaires aux plans tangents à (S) et la congruence de normales qu'elles forment, persistante pour toute déformation de (S); nous étudions ci-dessous le cas général.

2. Soient $S(x, y, z)$ la surface à laquelle est attachée la congruence (C), c, c', c'' les cosinus directeurs de la normale; chaque droite (D) est définie

---

[1] *Bulletin des Sciences mathématiques*, 54, avril 1930, p. 117.

par les coordonnées x_1, y_1, z_1 du point où elle perce le plan tangent auquel elle est liée, et par ses cosinus directeurs α, β, γ; posons

$$(1)\quad x_1 = x + \xi\frac{\partial x}{\partial u} + \eta\frac{\partial x}{\partial v}, \qquad y_1 = y + \xi\frac{\partial y}{\partial u} + \eta\frac{\partial y}{\partial v}, \qquad z_1 = z + \xi\frac{\partial z}{\partial u} + \eta\frac{\partial z}{\partial v},$$

$$(2)\quad \alpha = A\frac{\partial x}{\partial u} + B\frac{\partial x}{\partial v} + Cc, \quad \beta = A\frac{\partial y}{\partial u} + B\frac{\partial y}{\partial v} + Cc', \quad \gamma = A\frac{\partial z}{\partial u} + B\frac{\partial z}{\partial v} + Cc'',$$

$$(3)\qquad A^2E + 2ABF + B^2G + C^2 = 1,$$

$$(4)\qquad S\frac{\partial \alpha}{\partial v}\frac{\partial x_1}{\partial u} = S\frac{\partial \alpha}{\partial u}\frac{\partial x_1}{\partial v},$$

la dernière condition exprime que l'on a une congruence de normales; les fonctions ξ, η, A, B, C ne dépendent que des paramètres curvilignes (u, v).

Dérivons (1) et (2) et portons les expressions obtenues dans (4); on obtient, après avoir posé $-S\, dc\, dx = \delta\, du^2 + 2\delta'\, du\, dv + \delta''\, dv^2$, une relation de la forme

$$(5)\qquad L\delta + 2M\delta' + N\delta'' = P,$$

où L, M, N, P ne dépendent que de ξ, η, A, B, C et de l'élément linéaire de (S).

On aperçoit de suite deux espèces de solutions ; ou la relation (5) *est vérifiée identiquement, de sorte que la congruence de normales en jeu est persistante pour toute déformation de* (S); *ou la relation* (5) *est vérifiée pour* ∞^1 *déformées de* (S) *ayant un réseau cinématiquement conjugué commun* [1].

Premier cas. — Rapportons (S) à ses lignes de longueur nulle; nous obtenons le système

$$(6)\qquad L = \xi\frac{\partial C}{\partial v} - C\frac{\partial \xi}{\partial v} = 0,$$

$$(7)\qquad M = \eta\frac{\partial C}{\partial v} - \xi\frac{\partial C}{\partial u} + C\left(\frac{\partial \xi}{\partial u} - \frac{\partial \eta}{\partial v} + \xi\frac{\partial \log F}{\partial u} - \eta\frac{\partial \log F}{\partial v}\right) = 0,$$

$$(8)\qquad N = \eta\frac{\partial C}{\partial u} - C\frac{\partial \eta}{\partial u} = 0,$$

$$(9)\quad P = F\left\{\left(1 + \frac{\partial \xi}{\partial u} + \xi\frac{\partial \log F}{\partial u}\right)\left(\frac{\partial B}{\partial v} + B\frac{\partial \log F}{\partial v}\right) - \left(1 + \frac{\partial \eta}{\partial v} + \eta\frac{\partial \log F}{\partial v}\right)\left(\frac{\partial A}{\partial u} + A\frac{\partial \log F}{\partial u}\right) + \frac{\partial \eta}{\partial u}\frac{\partial A}{\partial v} - \frac{\partial \xi}{\partial v}\frac{\partial B}{\partial u}\right\} = 0,$$

$$(10)\qquad 2ABF + C^2 = 1.$$

On satisfait aux équations (6), (7), (8) en prenant $\xi = \eta = 0$, ou $C = 0$;

---

[1] FINIKOFF, *Recueil Math. de Moscou*, **33**, 1926, p. 129.

ce qui montre que *toute congruence de normales, dont les rayons percent le plan tangent en son point de contact avec la surface* (S), *ou sont situés dans ce plan tangent, est persistante pour toute déformation de* (S). En dehors de ces deux cas, écartons les solutions où l'une des quantités ξ ou η est nulle; elles ne peuvent donner que des congruences imaginaires. Nous supposons donc $\xi \neq 0$, $\eta \neq 0$, $C \neq 0$, les équations (6), (7), (8) donnent, après un changement de variable effectué sur u et v respectivement,

$$\xi = \eta = kC, \qquad F = f(u+v),$$

k est une constante arbitraire et f une fonction arbitraire de l'argument $u+v$; les équations (9) et (10) déterminent A et B. Les surfaces (S) obtenues sont *les surfaces applicables sur les surfaces de révolution;* chaque droite (D) perce le plan tangent en un point de la tangente à la courbe qui correspond à la méridienne de la surface de révolution sur laquelle (S) est applicable.

Deuxième cas. — La surface (S) possède un réseau cinématiquement conjugué persistant auquel nous la rapportons; δ' est ainsi une fonction $\Phi(u, v)$ invariable quand (S) subit la déformation en jeu, de sorte que (5) doit se réduire à $\delta' = \Phi$, nous obtenons ainsi le système

$$L = 0, \tag{11}$$

$$N = 0, \tag{12}$$

$$\frac{P}{2M} = \Phi, \tag{13}$$

$$A^2E + 2ABF + B^2G + C^2 = 1. \tag{3}$$

En particulier si le réseau (u, v) est conjugué au sens de Dupin on a $\Phi \equiv 0$ et le calcul de P montre que (13) et (3) sont vérifiées si l'on prend $A = B = 0$, $C = 1$; ξ et η sont alors déterminés par les équations

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{\partial \xi}{\partial v} + \xi \left\{ {12 \atop 1} \right\} + \eta \left\{ {22 \atop 1} \right\} = 0, \\ &\frac{\partial \eta}{\partial u} + \xi \left\{ {11 \atop 2} \right\} + \eta \left\{ {12 \atop 2} \right\} = 0. \end{aligned}\right. \tag{14}$$

Pour terminer observons que, si le réseau conjugué (u, v) contient une famille de géodésiques, le système (14) s'intègre par quadratures.

THÉORIE DES ENSEMBLES — *Applications de la notion de contingent.* Note de M. **Georges Bouligand.**

I. Je rappelle que la considération systématique du *contingent*, ou réunion des demi-droites tangentes à un ensemble ponctuel E en un point d'accumulation, m'a fourni, sur les courbes de Jordan sans point multiple, le théorème suivant :

Une telle courbe n'ayant qu'un nombre fini de points à distance finie dans un plan quelconque a partout deux demi-tangentes, antérieure et postérieure [1].

J'ai reconnu que le même raisonnement, transposé à un nouveau contingent formé de demi-plans issus d'une demi-tangente, conduit dans la même hypothèse à prouver *l'existence de deux demi-plans osculateurs.* Et le principe s'étend aux espaces supérieurs, pour établir l'existence de demi-variétés linéaires osculatrices des ordres successifs, sous l'hypothèse que la courbe n'ait qu'un nombre fini de points à distance finie dans toute variété linéaire d'ordre $n - 1$.

II. Revenons, pour simplifier les énoncés, au cas de deux ou trois dimensions. Des lemmes suivants :

A. *Si l'on applique à un ensemble une transformation ponctuelle biunivoque définie par des fonctions douées de dérivées premières continues, le contingent de l'ensemble transformé est constitué par les demi-éléments de contact transformés de ceux du contingent de l'ensemble initial au point antécédent.*

B. *Si en chaque point d'une courbe simple de Jordan, le contingent postérieur* K (par exemple) *englobe un rayon parallèle à un plan fixe* P, *la courbe est dans un plan parallèle à* P. *Si* K *englobe un rayon parallèle à une direction fixe* Δ, *la courbe n'est autre qu'une parallèle à* Δ,

j'ai déduit les propriétés que voici (où φ, ψ sont des fonctions uniformes, admettant un gradient continu et non nul dans la région du plan ou de l'espace que l'on considère) :

C. *Dans le plan, toute courbe simple de Jordan dont le contingent postérieur contient, en chaque point de la région utile, un rayon normal à* $\overrightarrow{\text{grad}}\,\psi$, *s'y réduit à une ligne* $\psi = \text{const.}$

(1) *Sur l'existence des demi-tangentes à une courbe de Jordan* (*Fundam. Math.*, 15, 1930, p. 215-218).

D. *Dans l'espace, toute courbe simple de Jordan dont le contingent postérieur englobe en chaque point un rayon normal à* $\overrightarrow{\text{grad}}\,\psi$ *est tracée sur une surface* $\psi = \text{const.}$ *Elle se réduit à une ligne* $\varphi = \text{const.}$, $\psi = \text{const.}$, *si le contingent englobe, en chaque point, un rayon normal à la fois à* $\overrightarrow{\text{grad}}\,\varphi$ *et* $\overrightarrow{\text{grad}}\,\psi$, *pourvu que ces vecteurs ne soient pas colinéaires.*

Apparenté aux nombres dérivés, qui peuvent fournir des énoncés du même genre pour les courbes $y = f(x)$, le contingent donne ici plus de souplesse et de généralité; il permet d'obtenir des résultats valables pour toute courbe simple de Jordan. On voit ce qu'on gagne à substituer à l'esprit de la Théorie des fonctions celui de la *Géométrie infinitésimale directe.*

III. Du théorème de M. Georges Durand, déduisant la dénombrabilité d'un ensemble ponctuel E du fait que son contingent en tout point de E est englobé dans un faisceau strictement convexe (¹), découle ce corollaire :

Si, en chaque point de E, *le contingent est dans un dièdre* $< 180°$, E *ne peut avoir qu'une infinité dénombrable de points sur une surface localement représentable sous la forme* $z = f(x, y)$ [f à dérivées premières continues] *en aucun point de laquelle l'arête du dièdre de sûreté ne soit dans le plan tangent.*

Le même théorème m'a suggéré cet autre, dans l'espace à *n* dimensions :

Lorsqu'en chaque point de E, *le contingent laisse échapper au moins une demi-droite*, E *est de mesure n-dimensionnelle nulle.*

Dans tous ces énoncés, on se sert d'une hypothèse réalisée en chaque point de E, sans s'occuper de ce qui se passe sur son dérivé.

THÉORIE DES ENSEMBLES. — *Sur un type de points des enveloppes de sphères.* Note de M. **Georges Durand**.

En étudiant, dans une Note récente (²), l'ensemble des points sans plan tangent des enveloppes de sphères, j'ai attiré l'attention sur les difficultés auxquelles peut donner lieu la présence de points (β_1) dont les projetantes

---

(¹) G. Durand, *Application des notions de convexité et de contingent à l'obtention de certains critères de dénombrabilité* (*Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 371).

(²) G. Durand, *Propriétés locales et ensemble des points sans plan tangent des enveloppes de sphères* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1219).

sont deux rayons opposés [1]. Ma démonstration sur ce sujet appelant des compléments, j'ai constaté la possibilité d'appliquer à ce problème un théorème que M. G. Bouligand m'a communiqué à la suite des critères de dénombrabilité que j'ai récemment déduits des notions de convexité et de contingent [2]. Cette proposition, qui se démontre aisément à partir du théorème de recouvrement de M. Vitali, est la suivante : *Un ensemble, dont le contingent en chaque point laisse échapper une direction au moins, est de mesure nulle.*

Soit O un point (β_1) de projections A et B. Désignons par $\mathcal{A}$ un voisinage de A et par $\mathcal{B}$ un voisinage de B sur l'ensemble E (c'est-à-dire le système des points de E distants de A ou de B d'au plus η). Soit $F_{\mathcal{A}}$ (ou $F_{\mathcal{B}}$) l'ensemble des points ρ-distants de $\mathcal{A}$ (ou de $\mathcal{B}$). Le point O étant (α_1) ou *ordinaire* sur $F_{\mathcal{A}}$ et sur $F_{\mathcal{B}}$, son voisinage sur $F_{\mathcal{A}}$ et sur $F_{\mathcal{B}}$ possède un plan tangent en chaque point, sauf peut-être sur un ensemble de mesure superficielle nulle.

Or, tout point voisin de O sur $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$ (c'est-à-dire ρ distant de E) appartient à l'une au moins des deux frontières $F_{\mathcal{A}}$ ou $F_{\mathcal{B}}$, mais il peut arriver qu'un point de $F_{\mathcal{A}}$ ou de $F_{\mathcal{B}}$ soit à une distance de $E < \rho$, c'est-à-dire n'appartienne pas à $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$. Il peut donc se faire qu'un point possédant un plan tangent sur $F_{\mathcal{A}}$ ou sur $F_{\mathcal{B}}$ n'en possède plus sur $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$.

Pour démontrer que sur $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$ les points voisins de O et dépourvus de plan tangent forment un ensemble de mesure superficielle nulle, on peut laisser de côté les points déjà dépourvus de plan tangent sur $F_{\mathcal{A}}$ ou sur $F_{\mathcal{B}}$ puisque, d'après ce qui précède, ces points sont inclus dans des ensembles de mesure superficielle nulle. Pour la même raison, on peut encore laisser de côté les points de $F_{\mathcal{A}+\mathcal{B}}$ de *deuxième* ou de *troisième* espèce. Finalement, il reste à considérer l'ensemble des points (β_1) sans plan tangent ; or, chacun de ces points appartient à une surface $F_{\mathcal{A}}$ ou $F_{\mathcal{B}}$ à pentes bornées et, d'autre part, le contingent est contenu dans un même plan [3]. Il s'ensuit qu'en effectuant une projection orthogonale sur le plan perpendiculaire en O à AOB, le contingent de l'ensemble projection, en un point quelconque, ne comprend jamais tout ce plan ; cet ensemble est donc de mesure super-

---

[1] De son côté, M. Bouligand a insisté sur la complexité de l'ensemble des points par où passent deux sphères tangentes (*Ibid.*, p. 1002).

[2] G. Durand, *Application des notions de convexité et de contingent à l'obtention de certains critères de dénombrabilité* (*Ibid.*, **191**, 1930, p. 371).

[3] *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 1220, théorème B.

ficielle nulle et, du fait que les pentes de nos surfaces sont bornées, le résultat s'y étend immédiatement.

Il est ainsi prouvé que le voisinage d'un point (β_1) possède un plan tangent sauf sur un ensemble de mesure superficielle nulle. D'après le théorème de recouvrement de Lindelöf, il est possible d'enfermer l'ensemble des points (β_1) dans une famille *dénombrable* de tels voisinages; l'ensemble des points (β_1) sans plan tangent est donc de mesure superficielle nulle, de sorte que : *une enveloppe de sphères égales possède en chaque point un plan tangent, sauf peut-être sur un ensemble de mesure superficielle nulle.*

Par ailleurs, le voisinage d'un point (β_1) peut offrir une structure très variée; j'ai construit des exemples de points (β_1) isolés, d'autres où le voisinage se réduit à une ligne. Mais j'ai démontré en toute généralité que le voisinage d'un point (β_1) a au plus *deux* points communs avec une parallèle à AOB.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la sommation exponentielle de M. Borel.* Note de M. **Nikola Obrechkoff**, présentée par M. Émile Borel.

Dans cette Note, nous donnons une extension de la sommation classique de M. Borel, qui jouit d'une grande partie des propriétés fondamentales de convergence des séries. Soit donnée la série

$$a_0 + a_1 + \ldots + a_n + \ldots \tag{1}$$

et désignons par $\Phi(x)$ la fonction $e^{-x}\sum_{n=0}^{\infty} S_n \frac{x^n}{n!}$ que nous supposons entière.

Si $\Phi(x) \to S$ quand $x \to \infty$, on dit que la série (1) est sommable (B) avec la somme S. Soit $\varphi(x)$ une fonction positive pour $x > 0$ intégrable, telle que $\int_0^\infty \varphi(x)\,dx$ soit divergente et posons

$$f(x) = \frac{1}{\varphi_1(x)}\int_0^x \Phi(t)\,\varphi(x-t)\,dt, \qquad \varphi_1(x) = \int_0^x \varphi(t)\,dt.$$

Si $\varphi(x) \to S$ quand $x \to \infty$, alors nous dirons que la série (1) est sommable (B, φ) avec la somme S. Pour que chaque série convergente soit sommable (B, φ), il faut supposer que

$$\lim_{x \to \infty} \frac{\varphi_1(x-\delta)}{\varphi_1(x)} = 1,$$

où δ est arbitraire mais fini. Nous avons les théorèmes :

1. *Si la série* (1) *est sommable* (B, φ) *avec la somme* S, *la série*

(2) $$a_1 + a_2 + a_3 + \ldots$$

est sommable (B, φ_1) *avec la somme* S — a_0.

On peut supposer que $a_0 = 0$, Posons

$$\Phi_1(x) = e^{-x} \sum_{n=0}^{\infty} S'_n \frac{x^n}{n!}, \qquad S'_n = a_1 + a_2 + \ldots + a_{n+1} = S_{n+1},$$

alors on obtient

$$\Phi_1(x) = \Phi(x) + \Phi'(x).$$

Soit $x_0 > 0$ un nombre arbitraire. Comme $\varphi(x) > 0$, $\varphi_1(x)$ est non décroissante et pour $x > x_0$, on a

$$\varphi_2(x) = \int_0^x \varphi_1(t)\,dt > \int_{x-x_0}^x \varphi_1(t)\,dt \geqq x_0 \varphi_1(x - x_0),$$

d'où

$$\lim_{x \to \infty} \frac{\varphi_2(x)}{\varphi_1(x)} \geqq x_0,$$

ce qui nous montre que

(3) $$\lim_{x \to \infty} \frac{\varphi_2(x)}{\varphi_1(x)} = \infty$$

Nous avons

$$\frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi_1(t)\,\varphi_1(x-t)\,dt = i + j,$$

où

$$i = \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi'(t)\,\varphi_1(x-t)\,dt = \frac{\varphi_1(x)}{\varphi_2(x)}\,\frac{1}{\varphi_1(x)} \int_0^x \Phi(t)\,\varphi(x-t)\,dt$$

tend vers zéro à cause de (3).

Nous démontrons que l'intégrale

$$j = \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi(t)\,\varphi_1(x-t)\,dt$$

est égale à

(4) $$j = \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \varphi_1(t) f(t)\,dt.$$

En effet on a

$$j = \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x du \int_0^u \Phi(v)\,\varphi(u-v)\,dv$$

$$= \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi(v)\,dv \int_0^x \varphi(x-u)\,du = \frac{1}{\varphi_2(x)} \int_0^x \Phi(v)\,\varphi_1(x-v)\,dv.$$

Puisque $f(x) \to S$, on conclut de (4) que $\lim\limits_{x \to \infty} j = S$, ce qui démontre le théorème.

II. *Si la série* (2) *est sommable* (B, φ) *la série* (1) *sera aussi sommable* (B, φ) *avec la même somme.*

III. *Soit la série* $\sum\limits_0^\infty u_n$ *sommable* (B, φ) *avec la somme* S, *la série* $\sum\limits_0^\infty v_n$ *soit sommable* (B, ψ) *avec la somme* t, *alors la série* $\sum\limits_0^\infty w_n$ *où*

$$w_n = u_0 v_n + u_1 v_{n-1} + \ldots + u_0 v_n$$

sera sommable (B, τ) *avec la somme* St, *où*

$$\tau(x) = \int_0^x \varphi_1(t)\,\psi(x-t)\,dt,$$

IV. *Si une série est sommable* (B, φ) *avec la somme* S *et sommable* (B, ψ) *avec la somme* t, *on aura* $s = t$.

Si l'on pose $\varphi(x) = x^{\alpha-1}$, $\alpha > 0$, on obtient les résultats de M. Doetsh [1], qui étaient le point de départ des nôtres.

Il est évident qu'on peut aussi appliquer avec succès cette sommation dans la théorie des équations différentielles comme la sommation absolue de M. Borel [2].

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur un problème de maximum dans la représentation conforme.* Note [3] de M. **M. Lavrentieff**, transmise par M. Hadamard.

Le but de cette Note est de résoudre le problème suivant : *parmi toutes les fonctions* $w = f(z)$ *univalentes dans le cercle* $|z| < 1$, $f(0) = 0$, $f'(0)$ — *réel et qui dans ce cercle ne prennent aucune des* n *valeurs données* $a_1, a_2, \ldots, a_n$, *trouver la fonction* $f(z)$ *pour laquelle* $f'(0)$ *est maximum.*

1. *Lemmes préliminaires.* — Soit $\mathcal{D}$ un domaine simplement connexe contenant les points $w = 0$ et $w = w_0$. Faisons la représentation conforme, $w = F(z)$, du domaine $\mathcal{D}$ sur le cercle $|z| < 1$, $F(0) = 0$. Soit $w_0 = F(z_0)$.

---

(1) G. Doetsch, *Inaugural-Dissertation*, Göttingen, 1920; 56 pages (*Mathematische Zeitschrift*, 11, 1921, p. 161-179.

(2) Émile Borel, *Leçons sur les séries divergentes*, 2e édition, 1928, p. 148-151.

(3) Séance du 27 octobre 1930.

En enlevant du cercle $|z|<1$ le segment $[z_0, e^{i \arg z_0}]$ faisons la représentation conforme du domaine ainsi obtenu sur le cercle $|Z|<1$, $z=\varphi(Z)$, $\varphi(0)=0$. Posons $\psi_1(Z)=F[\varphi(Z)]$.

Lemme I. — *Quelle que soit la fonction $w=f(z)$ univalente dans le cercle $|z|<1$, $f(0)=0$, dont toutes les valeurs, pour $|z|<1$, appartiennent à $\mathcal{D}$ et qui ne prend pas la valeur w_0, nous avons $|f'(0)|\leq|\psi_1'(0)|$.*

Soit, maintenant, $\mathcal{D}$ un domaine doublement connexe contenant le point $w=0$. Faisons la représentation conforme, $w=F(z)$ du domaine $\mathcal{D}$ sur l'anneau $r<|z|<R$, $0=F(z_0)$. En enlevant de l'anneau le segment $[re^{i(\arg z_0+\pi)}, Re^{i(\arg z_0+\pi)}]$, faisons la représentation conforme, $z=\varphi(z)$, du domaine simplement connexe ainsi obtenu sur le cercle $|z|<1$, $z_0=\varphi(0)$. Posons $\psi_2(z)=F[\varphi(z)]$.

Lemme II. — *Quelle que soit la fonction $w=f(z)$ univalente dans le cercle $|z|<1$, $f(0)=0$, dont toutes les valeurs, pour $|z|<1$, appartiennent à $\mathcal{D}$, on a $|f'_{(0)}|\leq|\psi_2'(0)|$.*

Les démonstrations de ces deux propositions sont très simples, il suffit de tenir compte du théorème connu de MM. Koebe et Bieberbach.

2. *Conditions caractéristiques.* — Passons au problème posé. Soient $w=\Phi(z)$ la fonction cherchée et $z=\Phi_1(w)$ la fonction inverse. Désignons par $\mathcal{D}$ l'ensemble des valeurs de $f(z)$ pour $|z|<1$ et désignons par F la frontière du domaine $\mathcal{D}$. En appliquant les lemmes I et II il est facile d'établir les propriétés suivantes de $\Phi(z)$:

1° La fonction $w=\Phi(z)$ est univalente dans le cercle $|z|<1$, $\Phi(0)=0$, $\Phi'(0)$ est réel.

2° Chaque point du plan appartient ou bien à $\mathcal{D}$ ou bien à F.

3° La frontière F est formée d'un nombre fini d'arcs simples analytiques. Les points $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sont les extrémités de n arcs différents. Chaque autre point de F appartient ou bien à un seul arc (point régulier de F) ou bien est une extrémité commune à trois arcs au moins.

4° En chaque point régulier w_0 de F la fonction $|\Phi_1'(w)|$ (1) possède une valeur limite unique, indépendante du chemin par lequel w tend vers w_0 dans $\mathcal{D}$.

On peut démontrer que la fonction $w=\Phi(z)$ jouissant des propriétés 1°, 2°, 3° et 4° est unique, donc :

Théorème I. — *La fonction cherchée est unique.*

Théorème II. — *Les conditions 1°, 2°, 3° et 4° sont les conditions néces-*

---

(1) Module de la dérivée de la fonction $\Phi_1(w)$.

saires et suffisantes pour que la fonction $w = \Phi(z)$ soit la fonction cherchée.

En faisant le prolongement analytique de la fonction $w = \Phi(z)$ et en construisant ainsi les surfaces riemanniennes dans les plans z et w, on obtient facilement les propriétés caractéristiques suivantes de la fonction $\Phi(z)$:

1° $\Phi(0) = 0$;

2° La surface riemannienne dans le plan w possède au plus $2n$ points de ramification, parmi lesquels se trouvent le point ∞ et les n points donnés $a_1, a_2, \ldots, a_n$;

3° La fonction $\Phi_1(w)$ est continue en chaque point de la surface, sauf au point $w = 0$, où elle peut être infinie. La fonction $\Phi'_1(w)$ est finie en chaque point de la surface sauf aux points $w = 0$, $w = a_k (k = 1, 2, 3, \ldots, n)$. Au point a_k, $\Phi'_1(w)$ est infinie comme $\frac{1}{\sqrt{w - a_k}}$;

4° Si z_0 est une valeur de $\Phi_1(w_0)$, chaque autre valeur z_i de $\Phi_1(w_0)$ s'obtient par la formule

$$z_i = z_0^{\pm 1} e^{i\varphi_k},$$

où les nombres $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_N$, $N \leqq 2n - 1$ sont des nombres définis par la position des points $a_1, a_2, \ldots, a_n$ et la suite totale $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_k, \ldots$ est la suite minimale contenant $\varphi_1, \varphi_2, \ldots, \varphi_N$ et invariante par rapport à la transformation $2\varphi_k - \varphi_m$.

D'après la propriété 4° on voit immédiatement que si les φ_k sont en nombre fini, les surfaces riemanniennes ont un nombre fini de feuillets; donc, dans ce cas, la fonction $\Phi(z)$ étant algébrique, on peut trouver une expression exacte de cette fonction. Dans le cas général, la fonction $\Phi(z)$ est transcendante, on peut définir cette fonction par des approximations successives.

3. *Application.* — On peut déduire immédiatement du théorème II la proposition suivante :

Soit $w = f(z)$ une fonction univalente dans le cercle $|z| < 1$ et telle que $f(0) = 0$, $|f'(0)| = 1$. Alors $f(z)$ prend dans ce cercle au moins l'une des valeurs de la forme

$$\frac{1}{\sqrt[n]{4}} e^{i\left(\varphi_0 + \frac{2k\pi}{n}\right)} \qquad (k = 1, 2, \ldots, n). \tag{1}$$

CINÉMATIQUE APPLIQUÉE. — *Sur une généralisation du joint de Cardan.* Note [1] de M. **F. E. Myard**, présentée par M. d'Ocagne.

Les variations angulaires différentielles bipériodiques de deux corps centrés, tournant d'un *mouvement moyen égal* sont utilisées, notamment dans le joint à compensation de Chavrier, ainsi que dans une nouvelle machine actuellement étudiée par l'auteur de la Note. Jusqu'ici, on les a obtenues par combinaison de deux cardans concentriques décalés, l'axe d'entrée commandant les deux arbres de sortie (d'axe commun), et les variations angulaires relatives dépendant d'un seul paramètre (angle de l'axe d'entrée avec l'axe des arbres de sortie).

Or, par combinaison de deux « cardans généralisés », celles-ci dépendraient de plusieurs paramètres angulaires, d'où : latitude plus grande et variée dans l'amplitude de ces variations, tout en conservant une faible obliquité des axes d'entrée et de sortie (avantageuse, pratiquement).

C'est ainsi que nous avons été conduit à étudier la généralisation, ici présentée, du joint de Cardan qui rentre dans le type d'une chaîne fermée à quatre couples rotoïdes concourants.

Soient OA_1 l'axe du cône OD_1 et α son demi-angle au sommet. Soient OA_4 l'axe du cône OD_4 et β son demi-angle au sommet. Ces deux axes font entre eux l'angle δ. Considérons le système de deux droites OA_2, OA_3 liées invariablement l'une à l'autre, en formant entre elles l'angle γ; et faisons pivoter autour du point O ce système angulaire, de manière que la droite OA_2 reste constamment sur le cône OD_1, et, pareillement, que la droite OA_3 soit constamment une génératrice du cône OD_4.

Puisque la droite OA_2 rencontre toujours l'axe OA_1, elle peut être liée à celui par couple rotoïde (en A_2, par exemple), et de même, la droite OA_3 peut être liée à l'axe OA_4 par un couple rotoïde, en A_3. Nous voyons donc que la liaison rotative des axes OA_1, OA_4 (couples rotoïdes en A_1 et A_4 par rapport au bâti) peut être assurée par les deux branches indéformables OA_2, OA_3, chacune étant liée par couple rotoïde à son axe correspondant, et les angles α, β, γ étant $\neq$ de 90° et quelconques.

Comme condition de possibilité (pour avoir la continuité de transmission), on voit, en considérant les génératrices situées dans le plan des axes,

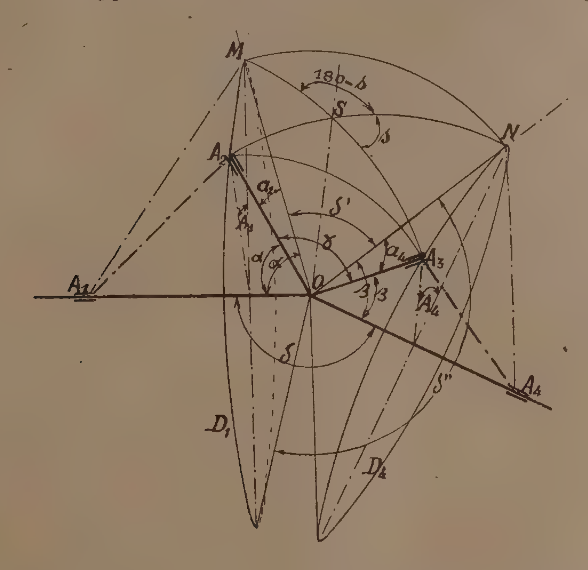
---

[1] Séance du 3 novembre 1930.

qu'il faut que γ soit compris entre le plus grand angle fait par les génératrices voisines et le plus petit angle fait par les génératrices opposées :

$$\delta' < \gamma < \delta'' \quad \text{ou} \quad [360^\circ - (\alpha + \delta + \beta)] < \gamma < [\delta - \alpha + \beta].$$

Pour obtenir le rapport des vitesses simultanées, il faut lier algébriquement la



valeur des angles de rotation $\widehat{A_1}$ et $\widehat{A_4}$, puis différentier les termes de cette relation. Nous nous contenterons d'indiquer ici la marche du calcul.

Les trièdres OA_1A_2M et OA_4A_3N donnent respectivement :

(1) $$\cos a_1 = \cos^2\alpha + \sin^2\alpha.\cos\widehat{A_1}$$

et

(2) $$\cos a_4 = \cos^2\beta + \sin^2\beta.\cos\widehat{A_4}.$$

Il faut, maintenant, lier algébriquement les paramètres a_1 et a_4.

Les quatre trièdres de sommet O et génératrice commune OS donnent :

(3) $$\cos a_1 = \cos\widehat{SOA_2}.\cos\widehat{SOM} + \sin\widehat{SOA_2}.\sin\widehat{SOM}.\cos\hat{s},$$

(4) $$\cos a_4 = \cos\widehat{SOA_3}.\cos\widehat{SON} + \sin\widehat{SOA_3}.\sin\widehat{SON}.\cos\hat{s},$$

(5) $$\cos\gamma = \cos\widehat{SOA_2}.\cos\widehat{SOA_3} - \sin\widehat{SOA_2}.\sin\widehat{SOA_3}.\cos\hat{s},$$

(6) $$\cos\delta' = \cos\widehat{SOM}.\cos\widehat{SON} - \sin\widehat{SOM}.\sin\widehat{SON}.\cos\hat{s}.$$

Et les deux trièdres OA_2MN et OA_3NM donnent respectivement :

$$(7)\qquad \cos(\widehat{SON}+\widehat{SOA_2})=\cos a_1.\cos\delta'+\sin a_1.\sin\delta'.\cos\widehat{OM},$$

$$(8)\qquad \cos(\widehat{SOM}+\widehat{SOA_3})=\cos a_4.\cos\delta'+\sin a_4.\sin\delta'.\cos\widehat{ON}.$$

Or, les angles dièdres $\widehat{OM}$ et $\widehat{ON}$ s'expriment, par un calcul facile, respectivement en fonction de a_1, α et a_4, β. Enfin

$$\delta'=360^\circ-(\alpha+\delta+\beta).$$

Donc, au total, les six équations trigonométriques (3), (4), (5), (6), (7), (8) contiennent les sept paramètres variables $\widehat{SOA_2}$, $\widehat{SOA_3}$, $\widehat{SOM}$, $\widehat{SON}$, $\hat{s}$, a_1, a_4 et les quatre paramètres fixes α, β, γ, δ. Par conséquent, l'élimination des cinq paramètres $\widehat{SOA_2}$, $\widehat{SOA_3}$, $\widehat{SOM}$, $\widehat{SON}$, $\hat{s}$ entre ces six équations donnerait la relation qui lie a_1 et a_4. Si enfin, dans celle-ci, on remplaçait a_1 et a_4 en fonction de $\widehat{A_1}$ et $\widehat{A_4}$ [équations (1) et (2)] on obtiendrait la relation finale qui, différentiée, ferait apparaître le résultat cherché.

HYDRODYNAMIQUE. — *Sur la stabilité de certains tourbillons isolés.* Note de M. R. MAZET.

Reprenant les hypothèses de ma dernière Note [1] et conservant les mêmes notations, j'expliciterai tout d'abord les deux équations en α et β, contenues dans la formule (1), qui fixent la position des tourbillons conjugués T, T' dans l'écoulement permanent entre deux parois symétriques lorsque celles-ci présentent deux points P et P', eux-mêmes symétriques, saillants vers le liquide.

Bornons-nous au cas où chaque paroi est représentée par une ligne brisée de n côtés terminée par deux demi-droites non forcément parallèles à l'axe de symétrie Ox. Désignons par $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_{2n}$ l'angle de deux côtés consécutifs du contour *total* de (D) parcouru dans le sens direct à partir de l'infini (B). En vertu de la symétrie, on a $\sigma_1=\sigma_{2n-1}$, $\sigma_2=\sigma_{2n-2}$, ..., mais non

[1] *Sur l'écoulement permanent avec tourbillons isolés* (*Comptes rendus*, 191, 1930, p. 600).

forcément $\sigma_n = \sigma_{2n}$; posons donc $\frac{\sigma_{2n} - \sigma_n}{2} = \sigma'$ (tous ces angles sont mesurés en prenant π pour unité).

Évaluons $\frac{dz}{d\zeta}$. Un calcul simple, effectué en passant par l'intermédiaire du cercle de rayon 1 et utilisant une formule bien connue de M. H. Villat [1], conduit au résultat suivant :

$$\frac{dz}{d\zeta} = k\, e^{\sigma'\zeta - i(\sigma_n - \pi)} \prod_{i=1}^{i=n-1} (\operatorname{ch}\zeta - m_i \operatorname{sh}\zeta)^{-\sigma_i}, \tag{2}$$

k étant un facteur d'homothétie et $m_1, m_2, \ldots, m_{n-1}$ des constantes réelles, déterminées par les $n-2$ rapports de dimensions du domaine (D) et vérifiant $1 > m_1 > m_2 > \ldots > m_{n-1} > -1$. Ajoutons que, si P est le $p^{\text{ième}}$ sommet à partir de l'aval, on devra prendre $m_p = 0$ (par hypothèse : $0 > \sigma_p \geqq -1$; pour les $n-2$ autres : $0 < \sigma_i < 1$).

Cela posé, en écrivant la formule (1) de ma dernière Note et séparant le réel de l'imaginaire, on obtient aisément les équations annoncées :

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} &\sum_{i=1}^{i=n-1} \sigma_i \frac{(1+m_i^2)\operatorname{sh}2\alpha - 2m_i \operatorname{ch}2\alpha}{(1+m_i^2)\operatorname{ch}2\alpha - 2m_i\operatorname{sh}2\alpha + (1-m_i^2)\cos 2\beta} = \sigma' \\ &\qquad\qquad \left(\sum_{i=1}^{i=n-1} \sigma_i \leqq -|\sigma'|\right), \\ &\sum_{i=1}^{i=n-1} \sigma_i \frac{1-m_i^2}{(1+m_i^2)\operatorname{ch}2\alpha - 2m_i\operatorname{sh}2\alpha + (1-m_i^2)\cos 2\beta} \\ &\qquad\qquad = -2\,\frac{\operatorname{ch}2\alpha\cos 2\beta + \sin^2 2\beta + 1}{(\operatorname{ch}2\alpha + \cos 2\beta)\sin^2 2\beta}. \end{aligned} \right.$$

Comme application, prenons $n = 3$, $\sigma_1 + \sigma_2 = 0$ (d'où nécessairement $\sigma' = 0$). En posant $m_1 = m$, $\sigma_1 = \sigma$, $m_2 = 0$, on tire sans peine

$$\operatorname{th}2\alpha = \frac{(3-\sigma)m}{1 + (2-\sigma)m^2} \quad \text{et} \quad \cos 2\beta = -\frac{1}{\operatorname{ch}2\alpha - m\operatorname{sh}2\alpha}.$$

Pour que la solution existe, il faut et il suffit que m (qui est positif par hypothèse) soit inférieur à $\frac{1}{2-\sigma}$. Le cas particulier signalé dans ma dernière Note correspondait à $\sigma = \frac{1}{2}$. Ici les parois de jonction du grand et du petit

[1] HENRI VILLAT, *Mécanique des fluides*, p. 73 (Paris, Gauthier-Villars, 1930).

canal font avec l'axe de symétrie un angle égal à σ ($\sigma\pi$, en radians). Par symétrie par rapport à une paroi du grand canal, on obtient l'écoulement dans un canal rectiligne barré d'un obstacle parallèle aux parois, très allongé vers la gauche et terminé vers la droite en forme de V couché.

D'autre part, nous dirons, comme d'habitude, que les tourbillons conjugués qui correspondent à la solution (α_0, β_0) sont *stables* si, en posant

$$\alpha = \alpha_0 + \lambda g(t), \qquad \beta = \beta_0 + \lambda h(t),$$

et regardant λ comme un infiniment petit constant du premier ordre (c'est-à-dire en écartant légèrement les tourbillons de leur position d'équilibre), on obtient pour $g(t)$ et $h(t)$ des expressions qui restent *finies* quel que soit t, *le débit conservant sa valeur de l'écoulement permanent*. L'équation complexe qui définit $g(t)$ et $h(t)$ est

$$\lambda\left(\frac{dg}{dt} - i\frac{dh}{dt}\right) = \frac{1}{4\pi}\left|\frac{d\zeta}{dz}\right|_1^2 \left[2\cot 2\beta + i\left(\frac{d}{d\zeta}\log\frac{dz}{d\zeta}\right)_1 + \frac{4q}{1}\right],$$

q ayant la valeur qui annule le crochet pour $\alpha = \alpha_0$, $\beta = \beta_0$. En négligeant les termes en λ^2, ..., divisant les deux membres par λ et posant

$$\alpha_0 + i\beta_0 = \zeta_0, \qquad \left(\frac{d^2}{d\zeta^2}\log\frac{dz}{d\zeta}\right)_0 = \mathrm{L} + i\mathrm{M},$$

elle se réduit à

$$(4) \qquad \frac{dg}{dt} - i\frac{dh}{dt} = -\frac{1}{4\pi}\left|\frac{d\zeta}{dz}\right|_0^2 \left[4(1 + \cot^2 2\beta_0)h + \left(\frac{d^2}{d\zeta^2}\log\frac{dz}{d\zeta}\right)_0 (h - ig)\right]$$
$$= \text{const. réelle} \times \{\mathrm{M}g + [\mathrm{L} + 4(1 + \cot^2 2\beta_0)]h - i(\mathrm{L}g - \mathrm{M}h)\}$$

et la condition de stabilité s'écrit simplement

$$(5) \qquad \mathrm{L}^2 + 4(1 + \cot^2 2\beta_0)\mathrm{L} + \mathrm{M}^2 < 0.$$

On voit qu'elle entraîne $\mathrm{L} < 0$.

Dans l'application traitée plus haut ($n = 3$, $\sigma_1 + \sigma_2 = 0$), il est facile de vérifier que la condition (5) est satisfaite : les tourbillons sont donc *stables*.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *La couronne solaire étudiée en dehors des éclipses*. Note de M. **Lyot**, présentée par M. Ernest Esclangon.

Les tentatives faites pour déceler la couronne en dehors des éclipses n'avaient donné, jusqu'ici, aucun résultat certain. La lumière diffusée par

les molécules d'air ne suffit pas à expliquer cet échec; celui-ci doit être attribué à la diffraction de la lumière solaire par les grosses particules en suspension dans notre atmosphère et par les instruments d'optique employés pour former l'image du Soleil.

J'ai réussi à analyser la polarisation de la couronne intérieure et à étudier deux raies brillantes de son spectre pendant les mois de juillet et août derniers à l'Observatoire du Pic du Midi. Le ciel, à cette altitude, était si pur que, fréquemment, sa brillance ne subissait, près du Soleil, aucun accroissement sensible.

L'image du Soleil se formait sur un disque métallique qui dépassait le bord solaire d'environ 30″. L'observateur, abrité par cet écran, pouvait examiner directement, à l'oculaire, les alentours immédiats du Soleil sans être ébloui.

Dans ces conditions, les protubérances étaient visibles sans le secours du spectroscope et même sans l'interposition d'aucun écran coloré; elles apparaissaient alors avec la couleur rosée qu'elles présentent pendant les éclipses. A l'aide d'un verre ou d'un écran rouge, on pouvait les observer sur un ciel très foncé et voir de fins détails malgré la faible ouverture utilisée (4^{cm}).

La polarisation de la couronne a été étudiée avec le polarimètre à franges précédemment décrit [1]. Cet appareil, sensible à une proportion de lumière polarisée de un millième, pouvait tourner de manière à déplacer les franges sur le ciel tout autour de l'image solaire. Un cercle donnait, rapporté au centre du Soleil, l'angle de position du point observé. Des fils fixes, tendus dans l'oculaire, permettaient d'évaluer la distance de ce point au bord solaire. Les mesures ont été faites lorsque le Soleil était à plus de 50° de l'horizon. Elles ont donné les résultats suivants :

La proportion de lumière polarisée, nulle au delà de 6′ du bord, augmentait rapidement vers le Soleil, puis restait constante au-dessous de 3′. Elle était d'autant plus forte que le ciel était plus transparent; au contraire, le passage de nuages, même assez légers, la rendait insensible. Le plan de polarisation paraissait radial.

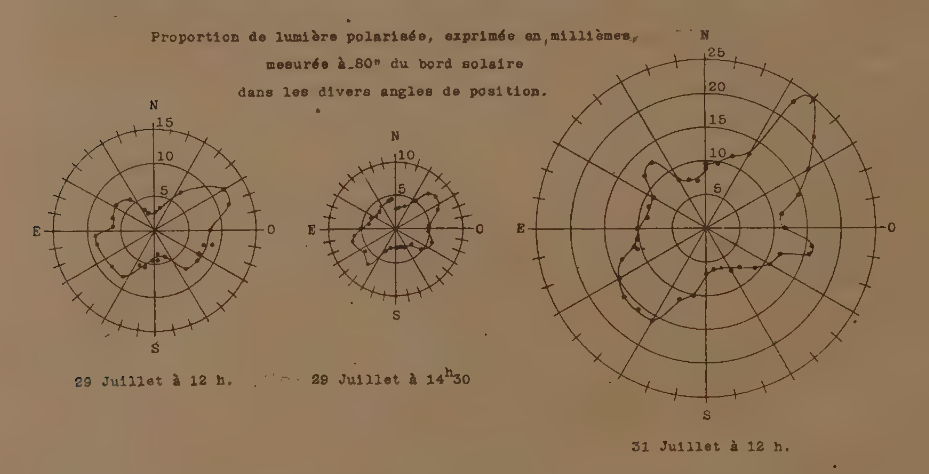
On peut conclure de ce qui précède que la polarisation trouvée n'est pas d'origine atmosphérique. L'étude, en laboratoire, du système optique employé, a montré qu'elle n'était pas instrumentale. C'est donc bien la

---

(1) *Comptes rendus* **177**, 1923, p. 1015; *Annales de l'Observatoire de Meudon*, **8**, 1, 1929, p. 12.

polarisation de la couronne que l'on observe ainsi, réduite en chaque point dans le rapport de la brillance réelle de la couronne à celle du champ.

Les graphiques ci-dessous donnent les proportions de lumière polarisée trouvées dans les divers angles de position à une distance constante du bord solaire égale à 80″ environ. Leur fermeture, quelquefois imparfaite, est due à une légère variation de la transparence atmosphérique au cours



29 Juillet à 12 h. 29 Juillet à 14h30 31 Juillet à 12 h.

des mesures. Leur forme correspond, sans doute, aux inégalités de brillance de la couronne intérieure plutôt qu'à des inégalités de sa proportion de lumière polarisée. Ils montrent deux minima vers 10° et 190°, dirigés très sensiblement suivant la ligne des pôles du Soleil.

J'ai examiné le spectre du ciel au voisinage immédiat du Soleil à l'aide d'un spectroscope à vision directe.

Le 30 juillet et les jours suivants, on voyait, en plus des raies solaires, dues à la lumière diffuse, une raie brillante dans le vert, non loin de la raie E. Elle était longue et intense au Nord-Ouest, où on la suivait jusqu'à 4′ du bord solaire, plus faible au Sud-Est et à peine observable au Nord et au Sud. Cet aspect, qui persista les jours suivants, s'accorde bien avec les graphiques de polarisation du 29 et du 31 juillet.

Le 3 et le 4 août, par une transparence atmosphérique remarquable, j'ai vu une deuxième raie brillante dans le rouge entre la bande α et la raie C. Elle était moins intense mais presque aussi longue que la raie verte et présentait, tout autour du Soleil, les mêmes variations de longueur et d'intensité.

Le 7 août et principalement le 10, la raie verte offrait un aspect beaucoup plus uniforme; la raie rouge était invisible; on la distingue cependant, faible et courte, sur deux clichés pris au bord Est le 10 août avec une fente large et des poses respectives de 20 et 45 minutes.

La longueur d'onde de la raie verte, obtenue à l'oculaire par rapport aux raies solaires qui l'entourent, est de 5303,2 ± 0,1 angströms internationaux. Les mesures des deux clichés du 7 et du 10 août, moins précises à cause de la faible dispersion employée (30 Å par millimètre), fournissent les chiffres 5302,4 et 5302,5.

Les mesures micrométriques directes de la raie rouge, difficiles en raison de la faiblesse des groupes de raies solaires voisins, donnèrent 6375 Å tandis que les deux clichés du 10 août donnent respectivement 6370 et 6373,5.

Les deux raies brillantes étudiées correspondent bien aux deux radiations les plus intenses de la couronne, observées pendant les éclipses et pour lesquelles on admet les longueurs d'onde 5303,1 et 6374.

Ces premiers résultats montrent qu'il est, désormais, possible d'étudier la couronne intérieure d'une manière continue et d'autant plus complète que l'on dispose pour cela, non seulement des quelques minutes offertes par les éclipses totales, mais souvent de plusieurs heures consécutives.

Remarques au sujet de la Note précédente, par M. **Ernest Esclangon.**

Il convient de signaler la particulière importance de la Note précédente qui marque une étape nouvelle dans les études de la couronne solaire.

Jusqu'ici, la couronne n'était pas observable en dehors des éclipses; certains astronomes avaient même démontré l'impossibilité qu'il en fût autrement. La Note de M. Lyot prouve, une fois de plus, combien il est parfois imprudent de démontrer l'impossible.

L'étude de la couronne en dehors des éclipses, même réduite aux parties peu éloignées du bord solaire, ne manquera pas, en raison de la continuité qu'elle assurera aux observations, d'être très féconde. L'étude méthodique de la lumière polarisée, de même que celle des raies verte et rouge permettront sans doute de mettre en évidence certains rapports de la couronne avec des éléments de la surface tels que les protubérances et les taches ou les facteurs plus profonds qui règlent l'activité solaire.

Sans doute, l'observation restera toujours plus délicate qu'en temps d'éclipse, à cause de la diffusion moléculaire dans l'atmosphère terrestre;

les résultats obtenus par M. Lyot ont mis néanmoins en évidence ce fait capital que cette diffusion n'est pas un obstacle absolu comme on pouvait le croire; l'illumination du ciel qui en résulte demeurant inférieure à l'éclat propre de la couronne. Il importe surtout d'éviter l'effet de diffraction produit par les grosses particules en suspension dans l'air et par les instruments d'optique eux-mêmes.

Peut-être est-il possible, sans s'astreindre aux hautes altitudes, d'observer en des lieux d'altitude moyenne mais où l'atmosphère est exceptionnellement transparente et sèche, conditions que l'on rencontre en certaines régions de la haute Provence, remarquables par la pureté de leur ciel.

Remarques sur la Communication précédente, par M. **H. Deslandres**.

Je crois devoir insister sur la grande importance de la découverte due à M. Lyot. Parmi les dépendances du Soleil, qui nous sont révélées par les éclipses totales de l'astre, la couronne, qui est la plus étendue, est pour nous encore mystérieuse. Il est seulement probable qu'elle est liée à la pression de radiation et qu'elle nous offre en très grand ce que Crookes a appelé le 4e état de la matière. M. Lyot nous montre que la couronne, au moins dans sa partie gazeuse, peut être révélée et photographiée en temps ordinaire en dehors des éclipses [1]; l'étude de cette couronne qui sera bientôt continue, apportera des données précieuses sur son origine et sur sa nature.

Certes les conditions à remplir pour observer en tout temps la couronne ont été déjà étudiées, et quelque peu précisées; M. Lyot a su les réaliser de la façon la plus heureuse, et il a de plus reconnu des faits nouveaux avec son polarimètre. Il a eu la couronne à l'altitude de 2800m, alors que les essais poursuivis en 1904 au sommet du Mont Blanc à 4800m avaient été infructueux [2]. On lui doit déjà, comme on sait, d'autres recherches, aussi très

---

(1) M. Lyot nous a montré l'épreuve spectrale signalée ci-dessus, qui offre la raie verte de la couronne nettement détachée sur le fond continu. Il est certain que l'image de la couronne gazeuse sera obtenue aisément avec un quelconque des spectrohéliographes actuellement en service, qui peuvent être fixés à un équatorial.

Il est probable que l'on aura aussi l'image de la couronne à spectre continu, en isolant une raie noire du spectre solaire, au besoin avec un spectrohéliographe spécial.

(2) *Comptes rendus*, 116, 1893, p. 1184; 117, 1893, p. 1053; *Bulletin astronomique*, 1894, p. 66; *Observations de l'Éclipse totale de* 1893, Gauthier-Villars, 1896, p. 72; *Comptes rendus*, 1905, p. 768 et 965.

belles, sur la polarisation des planètes, qui avait échappé à tous les observateurs précédents, et qui fournit des renseignements très utiles sur la nature physique et chimique des atmosphères et surfaces planétaires.

M. Lyot s'affirme donc déjà comme un maître, et il convient de noter que sa formation a été surtout expérimentale. Tout jeune, il organisait dans sa chambre de multiples expériences, et il avait sur son toit un petit observatoire. D'abord préparateur du cours de Physique à l'École Polytechnique, il nous a frappés tous en 1920 par son habileté manuelle, par les dispositions remarquables qu'il offrait pour la recherche scientifique, et j'ai tenu à l'attacher immédiatement à l'Observatoire de Meudon. La formation expérimentale, appuyée sur un contact continu et prolongé avec les faits, a de multiples avantages, et avec l'appoint d'une instruction suffisamment solide, elle est peut-être au fond la meilleure.

PHYSIQUE. — *La loi de la rotation paramagnétique dans le xénotime et sa vérification expérimentale.* Note (¹) de MM. **Jean Becquerel**, **W. J. de Haas** et **H. A. Kramers**, présentée par M. Pierre Weiss.

Deux auteurs (²) de la présente Note ont montré que la rotation paramagnétique dans le xénotime, lorsque l'axe optique est parallèle au faisceau lumineux et au champ magnétique, obéit à la loi simple de la tangente hyperbolique,

$$\rho = \rho_\infty \,\mathrm{th}\, \frac{n\mu_B H}{kT} \tag{1}$$

(ρ_∞ rotation à saturation, μ_B magnéton de Bohr, k constante de Boltzmann, T température absolue) aux températures réalisables avec l'hydrogène liquide. Mais aux très basses températures obtenues avec l'hélium un écart à la loi précédente se manifeste d'autant plus que la température est plus basse, tandis que la limite de saturation paraît rester constante au-dessous de 4°,2K.

L'un de nous (³) a donné une formule théorique qui permet de rendre compte de ces écarts à la loi simple (1) :

$$\rho = \rho_\infty \frac{n\mu_B H}{\sqrt{(n\mu_B H)^2 + K^2}} \,\mathrm{th}\, \frac{\sqrt{(n\mu_B H)^2 + K^2}}{kT}. \tag{2}$$

(¹) Séance du 3 novembre 1930.

(²) Jean Becquerel et W. J. de Haas, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 782.

(³) H. A. Kramers, *Comptes rendus*, **191**, 1930, p. 784.

Voici quelques valeurs, mesurées d'une part, calculées d'autre part en prenant

$$\rho_\infty = 75^\circ,35, \qquad n = 7,0 \qquad K = 1,96_9 \cdot 10^{16}.$$

$\lambda = 5615,7$; $T = 4^\circ,22$ K.			$\lambda = 5615,7$; $T = 1^\circ,38$ K.		
H/T.	$-\rho$ observée.	$-\rho$ calculée.	H/T.	$-\rho$ observée.	$-\rho$ calculée.
	°	°		°	°
530,8....	18,9	17,9	478,4....	$13,0_5$	$12,5_5$
721,3....	24,6	$23,7_5$	693,7....	$17,5_5$	18,0
1540......	$46,5_5$	45,3	1031,8....	$26,3_5$	26,0
1943......	$53,2_5$	53,0	1364......	$33,4_5$	33,7
2269......	$58,2_5$	58,0	1624......	$39,9_5$	38,4
2502......	60,7	60,8	2193......	46,8	47,6
2862......	$63,0_5$	$64,4_5$	2818......	54,9	55,4
3201......	66,4	67,1	3863......	$62,8_5$	63,4
3799......	69,8	70,3	5072......	$68,4_5$	68,3
4604......	73,0[illegible]	72,6	7319......	72,3	72,1
5304......	$73,9_5$	73,7	12958......	74,3	74,3
5783......	$73,8_5$	$74,1_5$	16272......	75,3	$74,6_5$
6314......	74,7[illegible]	74,5	19335......	75,1	$74,8_5$

Une analyse de l'ensemble des mesures met en évidence, d'une façon plus convaincante que ne peut le faire le court extrait qui précède, que la formule (2) représente très bien le phénomène. Les écarts entre valeurs observées et valeurs calculées n'ont rien de systématique et ne dépassent pas les erreurs d'expérience qui, dans le cas du xénotime, sont de l'ordre du degré.

Il convient d'indiquer la précision avec laquelle les valeurs de n et de K sont déterminées. Un examen approfondi montre qu'à 1°,38 les valeurs de ρ calculées par (2) sont assez sensibles à une variation de K : pour la représentation des résultats il subsiste une grande marge dans le choix de n, mais n étant fixé K est déterminé à 2 ou 3 pour 100 près. Au contraire à 4°,22 et à 14°,34 ce sont les variations de n, et non celles de K qui changent beaucoup les valeurs calculées. Par suite, c'est l'ensemble des résultats obtenus aux trois températures 14°,34, 4°,22 et 1°,38 qui permet de préciser à la fois la valeur de n et celle de K. Les mesures aux deux premières températures montrent que n est certainement compris entre 6,5 et 7,5 probablement même entre 6,8 et 7,2 : 7,0 est la valeur la plus probable.

Le xénotime contient principalement les terres rares Gd et Er. D'après la théorie de Hund [1] sur l'aimantation des terres rares, la valeur $n = 7$ ne

---

[1] F. Hund, *Linienspektren und Periodisches System der Elemente*, p. 175.

s'accorde nullement avec l'hypothèse que la rotation serait due à l'ion erbium mais elle convient très bien pour l'ion gadolinium. La cause précise du dédoublement fondamental du Gd^{+++} en deux niveaux distants de 2 K n'est pas encore éclaircie d'une manière satisfaisante.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Diffusion d'ions de sels dans l'aluminium.* Note [1] de M. **J. Cichocki**, présentée par M. J. Perrin.

M. T. Peczalski a découvert que les sels diffusent dans les métaux (cuivre, fer) [2], et qu'en les traversant ils y produisent un courant thermionique. J'ai mesuré avec M. Peczalski ce dernier effet dans le cas de diffusion de divers sels dans le cuivre [3].

J'ai repris les mêmes expériences avec l'aluminium. Un tube d'aluminium de 2^{mm} de diamètre intérieur et de 4^{mm} de diamètre extérieur a été rempli de chlorure de nickel $NiCl^2$, puis étiré de manière que son diamètre extérieur soit réduit à $0^{mm},83$. Autour du tube d'aluminium on a mis un tube de cuivre concentrique de 20^{mm} de diamètre environ, et l'ensemble des

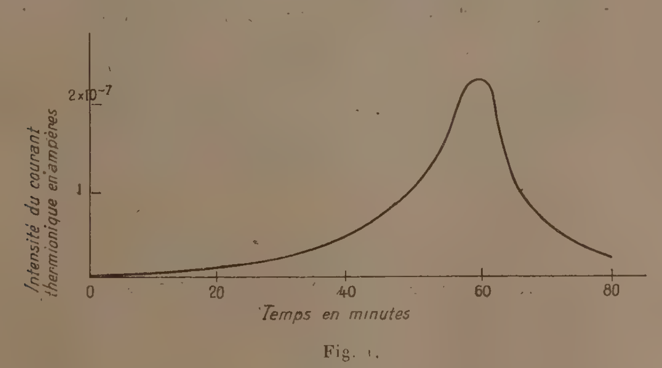


Fig. 1.

deux tubes métalliques a été placé dans un tube de verre également concentrique, à l'intérieur duquel on a fait le vide au moyen d'une pompe à diffusion. Les tubes d'aluminium et de cuivre ont été reliés à une batterie d'accumulateurs de force électromotrice $v = 80$ volts. Le courant de chauf-

---

(1) Séance du 3 novembre 1930.

(2) T. Peczalski, *Comptes rendus*, 181, 1925, p. 463.

(3) T. Peczalski et J. Cichocki, *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 699.

fage passait à travers le tube d'aluminium et le portait à la température de 600° C (¹).

En mesurant le courant thermionique, je n'ai observé aucune émission négative. L'émission thermionique positive est représentée par la courbe ci-dessus :

De ces expériences, on peut conclure que l'émission thermionique positive est due à l'absorption du sel par le métal; cette absorption croît avec le temps, atteint une valeur maxima puis décroît par l'effet d'une émission d'ions dans l'espace vide qui entoure le tube.

En examinant le tube après l'expérience, on remarque qu'après avoir subi le chauffage en présence du $NiCl^2$, la masse du métal présente des cannelures élargies par l'absorption du sel.

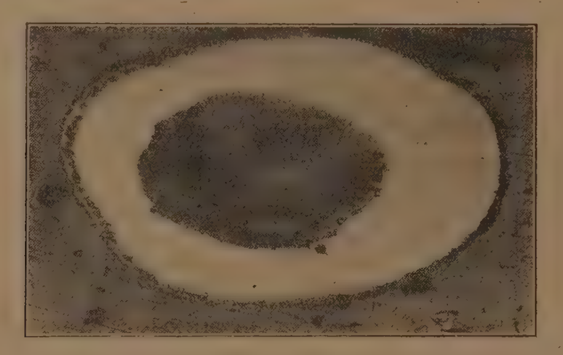


Fig. 2. — × 56.

La figure 2 représente la photographie du tube d'aluminium coupé obliquement.

Mes expériences ont prouvé que le phénomène découvert par M. Peczalski se reproduit dans le cas de l'aluminium, excepté en ce qui concerne l'émission thermionique négative que je n'ai pu observer avec ce métal.

(¹) Les détails de construction de l'appareil ont été décrits dans la Note ci-dessus indiquée.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'isomérie de radicaux.*
Note de M. et Mme **Clément Duval**, présentée par M. Georges Urbain.

Nous avons indiqué dans une présente Note (1), qu'un certain nombre d'anions pouvaient être dissimulés dans un complexe parfait hexacoordonné en acquérant une coordinence déterminée par le nombre de molécules d'ammoniac qui leur sont associées. Par exemple, dans les cobaltipentammines, tous les acides se fixent au cobalt avec une valence secondaire égale à un.

Une première remarque résulte de nos expériences : si l'on veut déterminer la valence principale d'un anion, on peut essayer de l'incorporer dans une cobaltipentammine et faire l'analyse chimique du corps trouvé. Ainsi, si l'on écrit l'acide dithionique SO^3H ou $S^2O^6H^2$, on doit trouver l'un ou l'autre des deux complexes

$$Cl^2[Co\,SO^3(NH^3)^5] \quad \text{ou} \quad Cl[Co(S^2O^6)(NH^3)^5].$$

Or, l'expérience nous a toujours donné le deuxième sel et par suite, l'acide dithionique doit s'écrire $S^2O^6H^2$, en accord avec les travaux de Cornec (2), de Baubigny (3) et de Pascal (4). Inversement, l'acide persulfurique devrait s'écrire SO^4H, formule en désaccord avec les expériences de divers chimistes, mais confirmée par certaines mesures de conductibilité et par les expériences de Noyes sur les réactions de divers ordres. Une deuxième remarque pleinement vérifiée par l'expérience résulte de ce fait que deux ions complexes ayant exactement la même composition centésimale et une formule identique peuvent avoir des valences électrolytiques, des spectres d'absorption, des magnétismes différents. C'est en cela que consiste l'isomérie de radicaux que nous allons plus spécialement étudier sur les deux ions

$$[Co\,SO^{4''}(NH^3)^5]^{+} \quad \text{et} \quad [Co\,SO^{4'}(NH^3)^5]^{++}.$$

Les sels correspondant à ce dernier n'étaient pas décrits. Le sulfate de cobaltipersulfatopentammine prend naissance de la façon suivante :

---

(1) Cl. et R. Duval, *Comptes rendus*, 189, 1929, p. 537.
(2) Cornec, *Ann. Ch. Phys*, 8e série, 30, 1913, p. 86.
(3) Baubigny, *Comptes rendus*, 150, 1910, p. 974.
(4) P. Pascal, *Diamagnétisme et constitution chimique*, Doin, Paris 1925, p. 106.

« 300$^{cm^3}$ d'une solution d'hydroxyde d'aquopentammine préparée [1] à partir de 10^g de chlorure de cobaltichloropentammine sont traités par 25^g de persulfate d'ammonium et abandonnés pendant deux jours à la température de 15°. On filtre la liqueur pour la débarrasser d'un léger précipité noir et on la sature avec 31^g de persulfate. L'addition d'alcool (250$^{cm^3}$) détermine la précipitation d'un corps orangé, microcristallin, pesant 5^g,5. »

	Trouvé.	Calculé pour $SO^4[CoSO^4(NH^3)^5].H^2O$.
CO	17,01	16,66
NH^3	24,15	24,10
SO^4 (total)	54,08	54,23
SO^4 (persulfurique)	27,12	27,11
SO^4 (sulfurique)	26,96	27,11
H^2O	.	5,01

Les mesures de conductibilité effectuées à 25° ont donné le tableau suivant qui conduit à l'existence de deux ions, en solution concentrée.

v	32.	64.	128.	256.	512.	1024.
μ	106	120	139	165	198	239

Le sel étudié est bien le sulfate de persulfatopentammine présentant l'isomérie de radicaux avec le sulfate de sulfatopentammine

$$SO^4[CoSO^4(NH^3)^5].H^2O,$$

dont la constitution ne fait plus de doute depuis les travaux de M. Paul Job [2].

Le sulfate de persulfatopentammine a une densité voisine de 2,1 et sa susceptibilité moléculaire est $\chi_m = -588.10^{-6}$. Le sulfate de sulfatopentammine est rouge; sa densité est 1,7 et sa susceptibilité est $\chi_m = -212.10^{-6}$; toutes ces mesures étant faites à 15°. On déduit des valeurs précédentes du diamagnétisme la susceptibilité de chacun des deux ions : -537.10^{-6} pour l'ion persulfatopentammine et -80.10^{-6} pour l'ion sulfatopentammine, en se servant des modules (-18.10^{-6} pour l'eau et -33.10^{-6} pour SO^4) déterminés par M. Pascal (*loc. cit.*, p. 96). Le cobalt paraît donc plus fortement dissimulé dans le sulfate de persulfatopentammine que dans l'autre complexe.

Les spectres d'absorption des solutions équimoléculaires des deux sulfates précédents ont été photographiés sur la même plaque, dans le spectre visible et les courbes d'absorption, construites à l'aide du microphotomètre

(1) Cl. et R. Duval (*loc. cit.*).
(2) Paul Job, *Thèse*, Paris, 1921.

de Chalonge et Lambert. Pour chaque solution, six spectres ont été obtenus avec les concentrations $v = 125$, 250, 500, 1000, 2000 et 4000. Pour les trois premières concentrations, *les courbes ne sont pas superposables*. Pour $v = 1000$, la juxtaposition est presque parfaite; les deux sels ayant donné naissance au sulfate de cobalti-aquopentammine, par hydrolyse.

Les cas d'isomérie découlant de la théorie de Werner se rangent ainsi en deux grands groupes; ceux qui portent sur le complexe : isoméries *cis-trans*, optique, de sels, de radicaux; ceux qui portent sur la molécule entière : métamérie, polymérie, isomérie d'hydratation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les alcoyl-*Py*-quinoléines* (*Généralisation de la réaction de Skraup appliquée aux α-alcoylglycérols*). Note de M. **Raymond Delaby** et Mlle **Jeanne Hiron**, présentée par M. A. Béhal.

D'heureuses modifications à la réaction initiale de Skraup nous ayant permis d'obtenir la quinoléine dans des conditions avantageuses ([1]), nous avons pensé les appliquer à l'action de l'aniline sur les homologues du glycérol, facilement accessibles à présent ([2]).

Le problème était plus délicat. Le glycérol lui-même se déshydrate en majeure partie en acroléine, mais il se fait aussi de l'aldéhyde acétique et du formol : il est possible que le faible rendement en quinoléine par rapport au glycérol, obtenu dans la réaction de Skraup, soit dû, en partie, à ce second mode de déshydratation. La déshydratation des α-alcoylglycérols est théoriquement encore plus compliquée; et en fait, l'un de nous n'a pu isoler l'aldéhyde β-éthylallylique des produits de la catalyse déshydratante de l'éthylglycérol sur sulfate de magnésium à 340-360°, ou au moyen du bisulfate de potassium ou encore de l'acide orthophosphorique ([3]).

Quoi qu'il en soit, nous avons pu obtenir les homologues de la quinoléine dans le noyau pyridique, en faibles quantités il est vrai, par la réaction de Skraup que nous avons améliorée. Les alcoyl-Py-quinoléines ainsi préparées sont des mélanges des isomères α et γ, le premier étant toujours prépondérant, et même le constituant essentiel. Ce fait expérimental démontre

---

([1]) G. Darzens, R. Delaby et J. Hiron, *Bull. Soc. chim.*, 47, 4e série, 1930, p. 227.
([2]) R. Delaby, *Comptes rendus*, 175, 1922, p. 967 et 1152.
([3]) R. Delaby, *Comptes rendus*, 177, 1923, p. 690.

indirectement la formation intermédiaire d'un aldéhyde α-éthylénique, $R - CH = CH - CHO$.

En effet, deux interprétations de la réaction de Skraup ont été proposées [1], dans lesquelles on admet initialement la déshydratation du glycérol en acroléine sous l'influence de l'acide sulfurique. La condensation de l'acroléine et de l'aniline fut d'abord expliquée par la formation d'une imine phénylée, qui se cyclisait ensuite sous l'influence de l'agent oxydant (nitrobenzène, acide arsénique, sels stanniques, ferriques, etc.). Blaise et Maire montrèrent que l'aniline se fixe plutôt sur la double liaison de l'acroléine; l'aldéhyde β-anilinopropionique formée se déshydrate et s'oxyde simultanément pour donner la quinoléine. Leur démonstration est basée sur les faits expérimentaux suivants : la condensation de l'aldéhyde crotonique et de l'aniline conduit à l'α-méthylquinoléine, tandis que celle des cétones vinylées, isomères des aldéhydes α-éthyléniques ou des cétones β-chloréthylées et de la même base, aboutit aux γ-alcoylquinoléines; il est facile de voir que la première interprétation basée sur la formation intermédiaire d'une base de Schiff conduit exactement aux résultats inverses des constatations expérimentales. Avec les alcoylglycérols employés dans nos expériences, la déshydratation peut conduire théoriquement aussi bien à des aldéhydes et à des cétones non saturés : la formation prépondérante de l'isomère α laisse donc penser que, conformément au mécanisme de Blaise et Maire, le produit intermédiaire de la déshydratation est ici un aldéhyde éthylénique. Il sera en outre intéressant par la suite de rechercher les conditions expérimentales de déshydratation et d'isolement différentes de celles rappelées ci-dessus et permettant d'atteindre directement, à partir des alcoylglycérols, les homologues de l'acroléine et de l'aldéhyde crotonique, ou leurs isomères.

Les Pγ-alcoyl quinoléines sont des liquides à odeur forte, de couleur jaune clair, la coloration s'accentuant à mesure que le poids moléculaire augmente. L'éthylquinoléine fraîchement distillée est presque incolore; dans les mêmes conditions, la butylquinoléine est jaune paille. A la longue, elles prennent une teinte rouge brun qui s'accentue avec la durée de conservation. Leurs constantes physiques et les points de fusion de leurs sels ou complexes sont rapportés dans le tableau suivant :

---

(1) E. E. Blaise et M. Maire, *Bull. Soc. chim.*, 4e série, 3, 1908, p. 671.

	α-éthylquinoléine.	α-propylquinoléine.	α-butylquinoléine.
Eb. 13^{mm}	128-131°	142-145°	150-155°
Densité	$d_4^{17} = 1,050$	$d_4^{17} = 1,038$	$d_4^{18} = 1,020$
Indice de réfraction	$n_D^{23} = 1,5979$	$n_D^{23} = 1,5886$	$n_D^{23} = 1,5799$
R. M. trouvé	51,3	55,8	60,5
R. M. calculé	50,2	54,8	59,4
Point de fusion instantanée du :			
Picrate	148°	159°	143°
Chloroplatinate	188°	huileux	163°,5
Chloromercurate	118°	112°	»
Iodomercurate	135°	»	»
Iodobismuthate	205° (déc.)	186°	165°

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sclaréol et dérivés.* Note de M. **Maurice-Marie Janot**, présentée par M. A. Béhal.

Le sclaréol, découvert en 1928 par MM. Y. Volmar et A. Jermstad [1] dans l'essence « absolue » de *Salvia sclarea* L., faisait également à cette époque l'objet de mes recherches. Depuis j'ai continué à en poursuivre l'étude et puis apporter quelques données complémentaires :

	C pour 100.	H pour 100.	O pour 100.
Analyse (moyenne de 5 combustions)	76,54	11,51	11,95

La grandeur moléculaire, déterminée par cryoscopie dans le benzène, l'acide acétique et le camphre, est respectivement de 250, 265 et 264, les deux premiers nombres étant les valeurs à l'origine et le troisième la moyenne de quatre déterminations. L'emploi du benzène semble impropre car si l'on ne construit pas la courbe fonction des abaissements du point de congélation de ce corps et des poids moléculaires, on trouve des résultats allant de 498 à 583, relatifs sans doute à une association moléculaire voisine d'un dimère.

Sur ces données la formule du sclaréol pourrait être $C^{17}H^{30}O^{2}$ (P. M. : 266; C pour 100 : 76,7; H pour 100 : 11,3), différente de celle donnée par les auteurs précités : $C^{34}H^{62}O^{3}$ (P. M. : 518; C pour 100 : 78,76; H pour 100 11,97). Ce corps entre en ébullition à 188°-189° sous 3^{mm} et à 218°-220° sous 19^{mm} pour donner par condensation un produit solide (état mésomorphe ?) très réfringent, qui se transforme lentement dès la température ordinaire et instantanément à partir de 45° en cristaux fondant à 104°-105°.

Le pouvoir rotatoire spécifique pour la raie D du sodium et dans différents solvants est de

---

[1] Volmar et Jermstad, *Comptes rendus*, 186, 1928, p. 517.

$\alpha_D = -3°,3$ (chloroforme),	$\alpha_D^{20°} = -14°$ (acide acétique),
$\alpha_D^{18°} = -6°,25$ (alcool éthylique),	$\alpha_D^{17°} = -15°$ (benzène),
$\alpha_D^{16°} = -6°,6$ (alcool méthylique),	$\alpha_D^{16°} = -15°,6$ (tétrachlorure de carbone),
$\alpha_D^{19°} = -12°,1$ (acétone),	$\alpha_D^{16°} = -29°,8$ (pyridine).

La dispersion rotatoire du sclaréol en solution à $1^g,61$ pour 100^{cm^3} de pyridine est de :

Longueur d'onde en mμ....	589.	579.	546.	436.
$\alpha^{21°}$....................	$-29°,9$	$-32°,4$	$-39°,55$	$-76°,30$

Le sclaréol ne se saponifie ni par la potasse alcoolique, ni par la potasse en solution dans l'alcool benzylique à différentes concentrations. Chauffé au voisinage de son point de fusion, il perd 45 pour 100 de son poids en 72 heures. La recherche du groupe méthoxy est négative. L'acétylation est très pénible et ne donne que des valeurs aux environs de 50 pour 100 de la théorie pour un monoacétate. La benzoylation, en présence de pyridine, est faible et laborieuse. L'isocyanate de phényle à 150° donne du CO^2 et de la diphénylurée. Ces résultats confirmeraient la nature tertiaire d'un oxhydrile alcoolique. En outre, le sclaréol, comme le linalol, ne donne pas d'allophanate, soit par la méthode de M. A. Béhal ([1]), soit par celle de M. J. Leboucq ([2]).

En suivant la technique de L. Ekkert ([3]) une solution alcoolique de sclaréol donne une coloration violette (avec le saccharose et le furfural), rouge grenat (avec l'aldéhyde cinnamique, la vanilline et le pipéronal).

En solution sulfocarbonique et en présence de carbonate d'argent, le sclaréol fixe le brome et donne un dérivé cristallisé fusible à 122°-124° et renfermant 35,33 pour 100 de son poids de brome et deux autres corps : prismes et tablettes hexagonales (P. F. 134°-135° et 140°-143°).

La dispersion rotatoire du dérivé bromé (P. F. 134°-135°) en solution à $2^g,1$ pour 100^{cm^3} de pyridine est de :

Longueur d'onde en mμ.......	589.	579.	546.	436.
$\alpha^{17°,5}$....................	$+12°,4$	$+12°,9$	$+14°,8$	$+26°,7$

En solution alcoolique diluée et en présence de palladium colloïdal, selon le procédé de Skita et Meyer ([4]), le sclaréol s'hydrogène et se transforme

---

([1]) A. Béhal, *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 25, 1919, p. 473.

([2]) J. Leboucq, *Thèse Doct. Univ. Pharmacie*, Paris, 1930, p. 11.

([3]) L. Ekkert, *Pharm. Zentralhalle*, 69, 1928, p. 276.

([4]) Skita et Meyer, *Ber. D. Ch. G.*, 45, 1912, p. 3579.

avec un rendement de 98 pour 100 en un dérivé cristallin (P. F. 114°-115°) dont le poids moléculaire déterminé par cryoscopie dans le camphre par la méthode de Rast, modifiée par H. Carlsohn [1] est de 270. Ce corps s'acétyle aussi très difficilement.

La dispersion rotatoire de ce dérivé d'hydrogénation, en solution à 1g,62 pour 100cm³ de pyridine est de :

Longueur d'onde en mμ.	589.	579.	546.	436.
$\alpha^{20°,5}$	—10°,1	—10°,2	—11°	—20°,8

Son pouvoir rotatoire spécifique dans le benzène est $\alpha_D^{23°} = -8°,6$.

L'oxydation permenganique du scIaréol en solution acétonique conduit, entre autres corps, à l'acide scIaréolique déjà décrit, donnant un sel d'argent fondant à 152°-154° et renfermant Ag pour 100 : 24,52; 24,81. Cet acide chauffé et n'ayant jamais été mis au contact du benzène, perd de son poids, mais ne libère pas de CO^2 ce qui élimine l'hypothèse d'un acide de la série malonique [2].

L'oxydation chromique donne un corps non acide, précédemment signalé (P. F. 124°-125°) dont l'analyse est : C pour 100, 76,35; H pour 100, 10,27.

Enfin, le scIaréol en solution alcoolique à 0g,60 pour 100cm³ d'alcool éthylique à 95°, optiquement pur, ne présente, même sous l'épaisseur de 4cm, aucune absorption dans l'ultraviolet, contrairement aux solutions de l'ergostérol à des concentrations beaucoup plus faibles. Cette comparaison a été faite en suivant la technique de M. A. Andant [3].

GÉOLOGIE. — *Sur quelques faits nouveaux ou peu connus de la géologie du Briançonnais méridional (Massif d'Escreins, Hautes-Alpes).* Note [4] de M. **Fernand Blanchet.**

J'ai défini d'une façon très sommaire dans une précédente Note [5] les principaux caractères stratigraphiques de la région qui constitue la partie NE de la feuille de Gap au $\frac{1}{80\,000}$.

---

(1) H. Carlsohn, *Ber. D. Ch. G.*, 60, 1927, p. 473.

(2) A. Jermstad, *Thèse Doct. Univ. Pharmacie*, Strasbourg, 1927, p. 91.

(3) A. Andant, *Revue d'Optique*, 9, 1930, p. 316.

(4) Séance du 3 novembre 1930.

(5) F. Blanchet, *Aperçu tectonique et stratigraphique sur le Massif d'Escreins* (Hautes-Alpes) (*Bull. Carte géol. Fr., C. R. Collab. pour la campagne* 1922, n° 151, 27, 1922-1923, p. 167-168).

Quelques faits nouveaux résultant de mes dernières campagnes d'été peuvent être résumés comme suit :

1° Découverte, sur la route de Guillestre à la Maison du Roi, d'une assise de schistes rouges de $0^m,80$ d'épaisseur marquant en ce point la limite du Permien à faciès « Verrucano » et des quartzites du Trias inférieur.

2° Le Lias fait complètement défaut dans toute la partie comprise entre le torrent de Chagne, la Durance, le Guil, le Cristillan et l'Ubaye (emplacement de la « Cordillère briançonnaise »). Le Trias s'y termine en effet d'une façon générale par des calcaires dolomitiques gris à patine cendrée que l'on peut aisément reconnaître de loin et très précieux pour préciser la tectonique de la région ; ces calcaires sont presque partout (au moins dans l'écaille supérieure) surmontés par une brèche dolomitique formée de dolomie grise et jaune et très différente par ses caractères de la « Brèche du Télégraphe » qui, en Maurienne, est incontestablement liasique. Il convient de rattacher cette brèche au Jurassique moyen qui lui fait généralement suite.

3° Partout où il existe, le Bathonien est plus ou moins fossilifère ; mais les traces d'organismes paraissent localisées dans la moitié inférieure de cette formation, dont l'ensemble peut atteindre une épaisseur de 50 mètres. Nulle part, dans les assises supérieures représentées par des bancs calcaires de $0^m,30$ à $0^m,50$, alternant avec des schistes noirs, je n'ai rencontré d'organismes : mais le grand développement de cet ensemble et les analogies frappantes qu'il présente avec celui décrit par Mme Gubler-Wahl dans la nappe de l'Ubaye, m'incite, malgré l'absence de fossiles, à rattacher au Callovien ces assises supérieures.

4° Le Jurassique supérieur présente dans toute la région son faciès classique amygdalaire de « marbre de Guillestre » à la base et de calcaires roses ou blancs très fins à *Calpionella Alpina* Lorenz à sa partie supérieure.

Dans la Haute-Ubaye, j'ai rencontré au sein de cette formation, près du sentier qui conduit de Combe-Brémond (Maurin) au Col Tronchet, et à une altitude de 2100^m environ, une assise de $0^m,30$ à $0^m,50$ de jaspes rouge vif *associés à des sels de manganèse*. Je n'y ai pas observé de traces de Radiolaires, mais ce fait est néanmoins à rapprocher de la découverte de radiolarites typiques faite par M. Schneegans [1] dans le Jurassique supérieur de la région briançonnaise.

---

[1] D. SCHNEEGANS, *Sur la présence de radiolarites dans la nappe du Briançonnais* (*Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 129).

5° La feuille Gap de la Carte géologique au $\frac{1}{80000}$ figure, dans la région qui nous occupe, de nombreuses bandes de Lias, sous son faciès classique de « Brèche du Télégraphe ». J'ai démontré en 1922 que cette formation, intercalée à la base des « marbres en plaquettes » et que j'ai alors désignée sous le nom de « Brèche de la Madeleine » est nettement post-jurassique, puisqu'elle renferme des fragments de calcaire rose du Jurassique supérieur. M. Moret et moi lui avons par la suite assigné un âge crétacé supérieur.

Il est intéressant de retrouver, parmi les éléments de cette brèche, de nombreux fragments de jaspe rouge identique à celui qui, à Maurin, accompagne le Jurassique supérieur (fait également signalé dans le Massif des Cerces par MM. Raguin et Schneegans).

6° Enfin, j'ai découvert au voisinage du Col des Houerts, au pied de la falaise de Flysch qui supporte le Lac Bleu, une *microbrèche transgressive sur des « Marbres en Plaquettes » et renfermant de très nombreuses Nummulites* de petite taille dont la détermination spécifique reste à faire. En lame mince on y observe en outre des fragments de réseaux d'*Orthophragmines*, des débris de *Bryozoaires* et d'*Echinodermes*, des traces de couches prismatiques de *Mollusques* et de très nombreux restes de *Lithothamnium*. Je n'y ai pas encore observé de grandes Nummulites quoiqu'il s'agisse là, très vraisemblablement, de *dépôts lutétiens* analogues à ceux décrits par Mme Gubler-Wahl dans la zone de l'Embrunais.

A ma connaissance, des faits semblables n'ont pas encore été signalés dans la zone du Briançonnais proprement dite; et c'est le point le plus interne des Alpes Françaises où aient été rencontrées des Nummulites.

J'ai d'ailleurs retrouvé, dans les éboulis du vallon des Sellettes et du ravin du Pont près de Sérenne, des fragments d'une brèche identique et fossilifère, sans pouvoir indiquer d'une façon précise, en ces deux points, l'emplacement de la roche en place que des difficultés d'accès ne m'ont pas permis d'observer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation du propylène en carbures liquides.* Note de MM. **A. Mailhe** et **Renaudie**, présentée par M. C. Matignon.

Dans une Note précédente [1], nous avons indiqué que l'éthylène se transforme en carbures liquides et solides, en présence de silicagel, à une

[1] *Comptes rendus*, 191, 1930, p. 265.

température voisine de 700°, et qu'un dépôt de charbon se formait dans le tube à catalyse. Nous avions pensé que ce charbon devait provenir de l'action du fer de la canne pyrométrique engagée dans le silicagel. En la supprimant, nous avons fait disparaître le dépôt de carbone et le catalyseur, s'il a un peu noirci, a conservé son activité. Nous avons pu obtenir ainsi des rendements importants en produits liquides, allant jusqu'à 52 pour 100 en poids, par rapport à l'éthylène disparu, rendement pouvant encore être amélioré.

Avec 30g de silicagel, nous avons pu préparer 180g d'essence retirée du lavage des gaz et 55g de goudron condensé à la sortie du tube à catalyse. Il a été possible de déterminer ainsi, d'une manière plus complète, les corps formés. A côté des carbures éthyléniques, la benzine constitue le produit dominant, puis vient le toluène. La proportion des hydrocarbures forméniques est très faible.

Dans nos expériences primitives, leur formation avait eu lieu par suite d'une fixation d'hydrogène sur une fraction des carbures éthyléniques; les gaz en renfermaient 50 pour 100, tandis que le gaz de nos nouveaux essais n'en contient que 8 à 12 pour 100.

Le goudron recueilli a fourni une forte proportion d'essence, de la naphtaline, une huile moyenne de $D_{16}=1,058$, et une huile lourde d'où l'on a isolé des cristaux jaunes fluorescents, fondant à 210°, constitués par de l'anthracène. La ponce agit aussi sur l'éthylène pour le condenser, mais d'une manière bien moins puissante, et nous n'avons obtenu que des traces de goudron et une faible proportion d'essence.

Nous avons essayé de transformer le *propylène* en carbures liquides au contact de silicagel chauffé à 650° dans un tube de quartz de 60cm de longueur.

Le mode opératoire est identique à celui que nous avons décrit. On recueille, à la sortie du tube de quartz, un goudron noir très fluide et le charbon activé, traversé par les gaz, a abandonné une forte proportion d'essence ressemblant par sa couleur et son odeur à celle qu'a fourni la condensation de l'éthylène. Les rendements en carbures liquides sont ici très importants.

La rectification de 70cm³ d'essence a fourni les fractions suivantes :

Températures.	Volumes.	D_{14}.	n_D^{18}.	Iode.
30°-50°	6 cm³	0,7256	1,4262	252
50-65	7	0,7665	1,4420	223
65-75	10	0,8156	1,4654	161
75-80	7	0,8450	1,4795	107
80-85	15	0,8626	1,4892	64
85-90	6	0,8700	1,4939	50,5
90-100	7	0,8715	1,4940	45,7

Il reste, dans le ballon, un résidu de 6cm³.

De la même manière, 60cm³ de goudron, soumis à la rectification, ont fourni les fractions suivantes :

Températures.	Volumes.	D_{14}.	n_D^{18}.	Iode.
55°-100°	9 cm³	0,8570	1,4880	80,3
100-110	7	0,8705	1,4950	88,6
110-125	7	0,8753	1,4996	61,2
125-150	6	0,8872	1,5104	88,5
150-200	8	0,9481	1,5382	141
200-300	10	1,0025	»	94,5

De 300° à 340°, on recueille 3cm³ d'un liquide brun, ayant un indice d'iode de 71,6. Il reste 6g d'un résidu noir qui est constitué par un brai gras très mou.

Si l'on examine ces différentes constantes, nous trouvons que ces fractions renferment toutes des carbures non saturés. La première et la seconde en sont formées à peu près exclusivement. Des traces de carbures aromatiques les alourdissent et augmentent leur indice de réfraction.

Les cinq fractions suivantes fournissent, par nitration, de la nitrobenzine. Elles sont constituées en majeure partie par de la benzine, mélangée à une petite proportion d'oléfines. On n'y rencontre pas des hydrocarbures saturés en quantité appréciable.

La fraction du goudron distillant de 100 à 110°, nitrée par le mélange sulfonitrique, fournit une huile qui cristallise partiellement. Les cristaux fondent à 71°; c'est du 2.4-dinitrotoluène. De même, la nitration de la fraction distillant entre 125-150° fournit des cristaux de trinitrométaxylène fondant à 178°. On identifie ainsi la benzine, le toluène et le métaxylène.

Les portions 200°-300° et 300°-340°, à caractère aromatique, sont des huiles d'odeur agréable qui n'abandonnent que quelques cristaux de naphta-

line et d'anthracène, qui se sont formés à un moment où la température de notre four était montée à 700°-720° pendant quelques minutes.

On voit que le propylène peut, dès la température de 650°, fournir une proportion très importante d'hydrocarbures liquides, constitués par un mélange de non saturés et d'aromatiques, parmi lesquels la benzine et le toluène sont les produits dominants. N'ayant atteint — qu'accidentellement — la température des réactions pyrogénées, les hydrocarbures solides ne se sont pas formés. Ce sont surtout des carbures légers allant jusqu'à 200°, qui se forment dans cette réaction. Ils constituent une essence antidétonante.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Une méthode de préparation des carbures acétyléniques substitués.* Note de M. **René Truchet**, présentée par M. Matignon.

Alors que les méthodes de préparation des carbures acétyléniques vrais se sont considérablement améliorées au cours de ces dernières années, les procédés pratiques pour obtenir les acétyléniques substitués à l'état pur sont très peu nombreux : la méthylation d'un acétylénique sodé au moyen du sulfate diméthylique est une des rares méthodes permettant d'obtenir les acétyléniques avec de bons rendements.

Les éthers méthyliques des acides benzène et *p*-toluène sulfoniques pouvant remplacer le sulfate diméthylique dans la plupart de ses applications, il était intéressant de rechercher si l'utilisation de ces éthers donnait, dans cette méthylation, de bons rendements. L'expérience ayant été affirmative, une généralisation de la réaction s'imposait en utilisant, non plus les éthers méthyliques, mais les éthers éthyliques, propyliques, etc., de manière à obtenir des acétyléniques dans lesquels la triple liaison serait en γ, δ, etc., c'est-à-dire occuperait une place quelconque à l'intérieur de la molécule.

Mes premiers essais ont porté sur l'heptine et sur l'octine sodés, d'une part, et, d'autre part, sur les éthers éthyliques et butyliques. Dans tous les cas la réaction principale peut se formuler :

$$R - C \equiv C - Na + C^6H^5 - SO^3R' = R - C \equiv C - R' + C^6H^5SO^3Na.$$

Cette réaction ne se produit que lentement à la température ordinaire, mais elle est pratiquement complète en 3 heures à 80°. Pour isoler le carbure formé, on détruit par l'eau, on extrait à l'éther, on lave l'extrait

éthéré à plusieurs reprises à l'eau et aux acides, et on le sèche en le laissant une nuit sur le chlorure de calcium fondu. Après avoir chassé l'éther, on distille sous pression réduite (100 à 150^{mm}) et l'on rectifie dans l'air. Les rendements varient de 45 à 60 pour 100.

J'ai ainsi obtenu les carbures suivants, qui étaient inconnus :

Nonine γ. — Par l'action du *p*-toluène sulfonate d'éthyle sur l'heptine sodé. R^t 45 pour 100; Eb. 155-157°; $D_{20} = 0,763$; $n_{20} = 1,429$. R. M., calculé 41,77; trouvé 41,9.

Analyse : Corps 0,186; H^2O 0,220; CO^2 0,598. H pour 100 calculé 12,9; trouvé 13,1. C pour 100, calculé 87,1; trouvé 87,0.

Décine γ. — Par l'action du benzène-sulfonate d'éthyle sur l'octine sodé. R^t 47 pour 100; Eb. 175-176°; $D_{21} = 0,765$; $n_{21} = 1,433$. R. M., calculé 46,4; trouvé 46,6.

Analyse : Corps 0,230; H^2O 0,274; CO^2 0,727. H pour 100; calculé 13,9; trouvé 13,2. C pour 100, calculé 86,0; trouvé 86,2.

Undécine ε. — Par l'action du benzène-sulfonate de butyle sur l'heptine sodé. R^t 60 pour 100. Eb. 195-196°; $D_{20} = 0,785$; $n_{20} = 1,437$. R. M., calculé 51,1; trouvé 52,0.

Analyse : Corps 0,215; H^2O 0,254; CO^2 0,676. H pour 100, calculé 13,15; trouvé 13,1. C pour 100, calculé 86,85; trouvé 86,9

A côté de la réaction principale, il s'en produit deux autres dont l'importance dépend de la pureté des matières premières :

1° Les éthers sulfoniques $CH^3C^6H^4SO^3R'$ et $C^6H^5SO^3R'$ subissent à chaud une décomposition qui donne naissance à un peu d'éther-oxyde $R'—O—R'$. De plus, sous l'influence de la vapeur d'eau atmosphérique le dérivé sodé donne de la soude qui met l'alcool R'CH en liberté par saponification. Cet alcool est retenu facilement par l'excès de chlorure de calcium qui sert à la dessiccation, mais l'éther-oxyde se retrouve à la distillation.

2° Il est difficile d'obtenir les éthers sulfoniques absolument exempts des chlorures d'acide qui ont servi à les préparer. Or, les sulfochlorures réagissent dès la température ordinaire sur les dérivés sodés pour donner des carbures acétyléniques-1-chlorés [1], dont le point d'ébullition est compris entre les points d'ébullition du carbure vrai initial et du carbure substitué final.

La rectification est donc assez difficile lorsque les matières premières ne sont pas pures, mais si l'on opère à l'abri de l'humidité avec des éthers exempts de chlore, une seule rectification suffit pour donner des corps ayant des constantes correctes.

La méthode est donc d'un emploi facile, mais son intérêt ne se limite pas à la synthèse des seuls carbures acétyléniques substitués. En effet, il est

(1) Bourguel et Truchet, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 753.

possible de préparer des éthers sulfoniques à partir d'alcools à fonctions multiples, et ces éthers réagissent de la même manière que les éthers déjà cités.

C'est ainsi que, en utilisant le benzène sulfonate d'allyle et l'heptine sodé, j'ai pu obtenir un carbure à la fois acétylénique et éthylénique : l'amylallylacétylène $C^5H^{11}-C\equiv C-CH^2-CH=CH^2$; ébul$_{12}$: 74°,5-75°,5; $d_{20}=0,788$; $n_{20}=1,445$; R. M. calculé 46; trouvé 46,2.

Analyse : corps 0,182; $H^2O=0,191$; $CH^2=0,588$, H pour 100, calculé 11,76; trouvé 11,7; C pour 100 : calculé 88,24; trouvé 88,5.

L'utilisation des éthers sulfoniques permet de réaliser la synthèse de corps multiples que l'on ne pouvait songer à préparer par les méthodes habituelles et dont l'étude pourra donner des renseignements intéressants sur l'influence des liaisons multiples.

GÉOLOGIE. — *Découverte du Sénonien sur les falaises de la Seine entre Gonfreville-l'Orcher et Bacqueville, à l'est de Tancarville (S.-I.).* Note de M. **C.-P. Nicolesco**, présentée par M. H. Douvillé.

Le Sénonien du Pays de Caux a été étudié par de nombreux observateurs et en particulier par E. Hébert, A. de Lapparent et MM. A. Bigot, G.-F. Dollfus, R. Fortin, A. de Grossouvre, J. Lambert et P. Lemoine. La plupart de leurs travaux sont classiques et tous contribuent à faire connaître le rôle de la Craie blanche dans la Géologie et l'économie de ce pays.

L'exploration de la région d'Harfleur à Lillebonne m'a permis de découvrir des affleurements qui ne sont pas portés sur la première édition de la Carte Géologique (feuille d'*Yvetot*) et qui n'ont pas encore été signalés; ils s'échelonnent sur près de 10^{km} entre les vallons de Gonfreville-l'Orcher et de Bacqueville.

Dans ces régions, le Sénonien n'était connu qu'en haut du ravin de Rogerville et les vallées de Saint-Aubin-Routot, d'Oudalle et de Sandouville, très en retrait sur les falaises et montant loin à l'intérieur des terres. Des géologues normands l'ont rencontré : « à Orcher » [1], ou « vers

[1] *Exposition géologique et paléontologique du Havre en* 1877 (*Bull. Soc. Géol. Normandie*, 6, Le Havre, 1880, p. 414).

Orcher » (¹) et à mi-chemin entre Sandouville et Mortemer (²). Plus à l'Est, sa présence a été reconnue depuis Saint-Jacques du Val Hulin jusqu'au delà de Lillebonne, et l'épaisseur de ses couches atteint, d'après la Notice explicative de la feuille d'Yvetot, une centaine de mètres au-dessus de Tancarville.

Cette considérable épaisseur locale donnait à penser que la Craie blanche pouvait exister aussi sur les falaises depuis Bacqueville jusqu'à Harfleur, malgré les conditions tectoniques locales et principalement le soulèvement des strates au-dessus de la Seine, surtout à l'approche et au SO du Château d'Orcher.

En 1929, j'ai visité ces régions, les coups de mines de l'exploitation de la Société Schneider et Cᵒ, tirant des falaises du Vachat le moellon nécessaire au remplissage des quais en construction dans le port du Havre, m'ont obligé à remettre à plus tard l'étude de ce problème. L'examen de tranchées et carrières nouvelles du Sénonien sur la droite de la route du Château de Tancarville à Saint-Nicolas-de la Taille, puis la découverte de silex gris zonés et de concrétions creuses à *Bryozoaires*, mêlés parfois à des débris de craie sénonienne, dans les produits tirés des cailloutières à droite des routes d'Estrangle à Saint-Vigor d'Ymonville et de Rogerville à Oudalle, ainsi que ceux descendus par un plan incliné de fortune de la cailloutière située sur un gradin de la falaise de Mortemer, faisaient espérer la solution du problème.

L'été dernier j'ai visité à nouveau ces régions; la marche ralentie de l'exploitation Schneider m'a permis d'explorer sa carrière ainsi que le vallon du Vachat et de découvrir le Sénonien inférieur-moyen en place dans une ouverture souterraine abandonnée à mi-hauteur sur le versant ouest du vallon. C'est une craie tendre et traçante ou noduleuse et dure, contenant, outre des silex blonds et à patine rosée, *Micr. decipiens*, *Rhynch. Cuvieri*, *Terebr. semiglobosa*, *Ostrea lateralis* et des *Bryozoaires*, comme celle de la valleuse du Phare d'Antifer et des falaises SO d'Étretat. Son passage au Turonien, visible sur le front de taille de la carrière Schneider, est ici caché par la végétation.

Six kilomètres à l'Est de là, j'ai découvert la zone à *Micr. Normaniæ*, Sénonien inférieur, à l'entrée et sur le versant occidental du ravin de Bac-

(¹) G. Lionnet, *Excursions à Tancarville, Lillebonne, Bolbec, Mirville, Fécamp* (*Bull. Soc. Géol. Normandie*, 9, Le Havre, 1882, p. 66).

(²) E. Savalle et F. Prudhomme, *Sur un affleurement de craie sénonienne* (*Bull. Soc. Géol. Normandie*, 7, Le Havre, 1880, p. 58).

queville. Ce sont des calcaires blanc jaunâtre, homogènes, durs, cristallins, en bancs ou en nodules compacts entourés de parties sans consistance, pulvérulentes même, à silex blonds et patine rosée, peu fossilifères, comparables à ceux affleurant entre les deux eaux d'Étretat à Yport. Ils forment saillie ou corniche, mieux visibles sur les parois ou l'entablement des falaises jusqu'au Vieux Phare du Hode. Au delà, on ne peut plus suivre leur trace, les falaises de l'Estrangle sont entamées par l'érosion, couchées et couvertes d'une végétation épaisse, installée sur le Cénomanien et le Turonien, qui gêne l'observation. Le Sénonien moyen ne semble pas affleurer dans ce ravin; vu l'épaisseur des couches, il doit former le soubassement du plateau portant le point de repère 113. En haut du ravin, dans la sente et les jardins des premières maisons, il y a bien des silex creux à *Bryozoaires*; mais sur le plateau on ne voit aucune marnière pour contrôler cette hypothèse. En montant la sente occidentale de ce ravin, on rencontre, depuis le bas et jusqu'en haut du tiers inférieur de la falaise, le Cénomanien typique, chargé de glauconie et par place de *Neithea quinquecostata*, gros *Chlamys asper*, etc.; puis le Turonien, craie marneuse pauvre en silex et épaisse de quelques mètres seulement. Mais pas plus dans cette sente que dans la sente latérale qui la quitte, au-dessus de la cailloutière abandonnée au creux du ravin, et conduit aux corniches calcaires, on ne peut toucher de la main les assises turoniennes, sous les couches du niveau à *Micr. Normaniæ*.

Bien plus à l'Ouest, le Sénonien affleure aussi dans la vallée de Gonfreville-l'Orcher, au Nord et à l'entrée du vallon oriental. Ce sont des corniches de craie noduleuse, à silex blonds et *Bryozoaires*, dominant de 40^{m} environ la maison d'habitation.

De ces découvertes, il résulte :

1° Que le Sénonien de Bacqueville au Vieux Phare du Hode montre des calcaires à faciès cristallin qui sont à ajouter à ceux connus jusqu'à ce jour sur la feuille entre Étretat et Yport;

2° Que ces calcaires appartiennent au même horizon que ceux exploités à Tancarville pour l'endiguement de la Basse-Seine; mais ils se trouvent à des niveaux altimétriques différents, conformément à la tectonique générale de la région;

3° Que le Turonien de Gonfreville-l'Orcher et de Bacqueville semble être moins puissant qu'à Tancarville;

4° Que les plateaux de Gaineville, du Vachat et de Saint-Vigor d'Ymonville doivent contenir de la craie à *Bryozoaires*, si recherchée pour l'amendement des terres.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Méthode nouvelle pour le dosage optique de l'ozone atmosphérique*. Note de M. **André Ikb Duninowski**, présentée par M. Ch. Fabry.

Les dosages optiques de l'ozone atmosphérique utilisaient jusqu'ici les bandes d'absorption ultraviolettes de l'ozone (Fabry et Buisson; Dobson; Götz; Cabannes et Dufay). Cependant MM. Cabannes et Dufay, en étudiant les observations faites au mont Wilson ([1]) sur l'absorption atmosphérique dans la région *visible* du spectre solaire, ont constaté qu'elles leur donnaient l'épaisseur de la couche d'ozone : si l'on suit, en fonction de la longueur d'onde, la densité optique de l'atmosphère, on retrouve l'absorption sélective de l'ozone au voisinage de 6000 Å et l'on peut évaluer ainsi, au moins approximativement, l'épaisseur de la couche absorbante.

C'est cette méthode plus commode et plus rapide que l'étude photographique des bandes ultraviolettes, que j'ai cherché à mettre au point.

J'ai réalisé pour cela un spectroscope à prisme, sur monture équatoriale, dont l'élément essentiel est un thermoélément linéaire placé dans le vide ([2]) sur lequel un objectif de microscope projette avec une grande intensité une région cependant très étroite du spectre (par exemple l'ensemble des raies D). Un mouvement d'horlogerie fait défiler le spectre devant l'élément linéaire.

A l'aide d'un galvanomètre Moll (sensible à 10^{-9} amp.) et d'un enregistrement photographique, on fixe sur papier sensible la courbe de répartition de l'énergie d'une bonne partie du spectre visible et d'une fraction de l'infrarouge $\left(\text{de } \lambda = 4.860 \text{ Å à } \lambda = 12.000 \text{ Å environ}\right)$. L'appareil est du même type que celui qu'utilise M. Gorczynski ([3]) pour l'étude du spectre infrarouge.

Au mont Wilson, le récepteur du spectroscope était un bolomètre.

Quelques enregistrements successifs, effectués de préférence lorsque le Soleil est bas sur l'horizon, permettent de déterminer la densité optique de l'atmosphère pour chaque radiation; il suffit généralement d'une série de

---

([1]) *Annals of the Astrophysical Observatory of the Smithsonian Institution*, 3, 1913, *passim*.

([2]) Thermoélément de Kipp et Zonen, Delft.

([3]) Dr Gorczynski, *Sur les instruments solarimétriques et spectropyrhéliométriques pour les mesures totales, normales et partielles du rayonnement solaire* (*Annales du Service botanique de Tunisie*, 5, 1928, II, p. 1).

8 à 10 enregistrements, de 4 minutes environ chacun. Cependant, par temps partiellement couvert ou légèrement brumeux, il est préférable, pour la sécurité des résultats, d'élever le nombre des enregistrements à 15 environ.

Le dépouillement des courbes de répartition de l'énergie dans le spectre solaire est assez facile à faire, étant données les nombreuses lignes de Fraunhofer que l'on y retrouve aisément. On compare, pour une longueur d'onde donnée, les diverses valeurs I de l'intensité du rayonnement transmis à la surface terrestre, suivant la masse d'air traversée m, et l'on détermine ainsi la densité atmosphérique Δ pour chaque longueur d'onde d'après la relation

$$\operatorname{colog} I = \operatorname{colog} I_0 + m\Delta;$$

C'est la méthode de Bouguer-Langley utilisée pour la première fois par MM. Fabry et Buisson dans le dosage optique de l'ozone.

En construisant la droite colog $I = f(m)$ et en prenant son coefficient angulaire on obtient la densité cherchée. Une série de déterminations analogues pour une quinzaine de radiations permettent de tracer la courbe $\Delta = f(\lambda^{-4})$. On prend par exemple deux radiations de part et d'autre de la bande d'absorption A ; deux autres entre les lignes B et C dans le rouge ; quatre à cinq dans la région des bandes de Chappuis vers 6000 Å, et enfin quelques autres encore entre les lignes E et F ou même plus loin vers G. MM. Cabannes et Dufay (¹) ont montré comment on pouvait en déduire l'épaisseur de la couche d'ozone.

Cependant, pour obtenir des résultats utilisables, à partir des observations du mont Wilson, on était obligé de prendre des moyennes mensuelles ; les déterminations journalières n'étaient pas suffisamment précises. Au contraire avec l'appareil signalé dans cette Note j'ai pu doser *journellement* l'ozone à Montpellier d'août à décembre 1929.

Les épaisseurs trouvées sont les suivantes :

6 août	$e = 0{,}31$ cm	27 novembre (soir)	$e = 0{,}22$ cm
14 »	$e = 0{,}36$	2 décembre	$e = 0{,}29$
14 septembre	$e = 0{,}30$	6 »	$e = 0{,}24$
16 octobre	$e = 0{,}29$	8 » (matin)	$e = 0{,}25$
24 » (matin)	$e = 0{,}23$	8 » (soir)	$e = 0{,}27$
24 » (soir)	$e = 0{,}20$	9 »	$e = 0{,}26$
28 »	$e = 0{,}20$	13 »	$e = 0{,}31$
24 novembre	$e = 0{,}23$	15 »	$e = 0{,}30$
27 » (matin)	$e = 0{,}20$	16 »	$e = 0{,}24$

(¹) Cabannes et Dufay, *Journal de Physique*, 7, 1926, p. 257.

Les changements de l'état atmosphérique durant une série de mesures constituent la principale cause d'erreur.

A côté de ces difficultés d'ordre atmosphérique, les erreurs dues aux appareils eux-mêmes et aux procédés graphiques d'évaluation de l'épaisseur sont très petites.

En tout cas ma méthode permet, semble-t-il, de connaître assez rapidement l'épaisseur de la couche d'ozone à $0^{mm},2$ près (compté sous la pression atmosphérique).

Après avoir interrompu pendant quelques mois les mesures, je suis en train de les poursuivre d'une façon continue à la Faculté des Sciences à Montpellier.

BOTANIQUE. — *Croissance du* Lepidium sativum *cultivé à des latitudes différentes en* 1930. Note de M. **Pierre Lesage**, présentée par M. Molliard.

Pour donner rapidement une idée des principaux résultats des cultures du *Lepidium sativum* et de sa variété précoce en 1930, je les présente dans une photographie et dans des courbes de croissance.

La photographie est double et montre, au 20 mai et au 9 juillet, deux états successifs d'un même groupe de 18 cultures faites à Rennes en 4ᵉ, en 9ᵉ génération en plein air après la vie sous châssis (4ᵉ G, 9ᵉ G), et toujours en plein air (∞), issues de graines mûries en 1929 et ayant eu 3 générations à Alger, à Marseille, à Rothamsted pour comparer à celles de Rennes. Ces cultures sont disposées de la manière suivante, en allant de gauche à droite et en les numérotant de 1 à 18.

Culture de 4ᵉ G, de 9ᵉ G et de ∞ provenant :

Des graines d'Alger, nᵒˢ 2, 3 et 4;

Des graines de Marseille, nᵒˢ 6, 7 et 8;

Des graines de Rennes, nᵒˢ 9, 10 et 11;

Des graines de Rothamsted, nᵒˢ 13, 14 et 15.

Les nᵒˢ 1, 12, 16, 17 et 18 servent pour des contrôles, et le nᵒ 5, toujours de plein air (∞), provient de graines mûries à Palo Alto (Californie) en 1929, après 2 générations à Alger en 1927 et 1928.

Remarquons : que les $n^{ièmes}$ générations en plein air après la vie sous châssis, de même que les plantes toujours de plein air forment des massifs homogènes; que les premières sont partout précoces sur les secondes, mais qu'au nᵒ 5 (∞), nous avons des plantes précoces sur les autres plantes tou-

jours de plein air (∞), bien qu'encore en retard sur les premières; enfin, que la règle du rendement final plus faible dans les plantes précoces est observé partout, excepté dans ce n° 5 qui se place comme un intermédiaire entre les plantes de $n^{\text{ième}}$ G en plein air après la vie sous châssis et les plantes toujours de plein air.



Fig. 1.

Les courbes de croissance ont été construites à la même échelle avec les mesures des tailles successives prises à Rennes, à Rothamsted et à Palo Alto, où les semis ont été faits le 1er mars; on a pris ces mesures pour ordonnées et, pour abscisses, les âges des plantes comptés en jours à partir du 38e jour après le semis. Pour ne pas compliquer le tableau, je n'ai représenté que la croissance des 9es G, trait interrompu, pour l'opposer à celle des ∞, trait continu excepté pour la culture n° 5 de Rennes que j'ai figurée en trait ponctué pour faire ressortir sa position intermédiaire et ses débuts de précocité. Pour le même motif, les courbes obtenues avec les cultures provenant des graines de Marseille ont été éliminées parce qu'elles restaient comparables à celles des autres stations. De même, encore, les courbes de Valence, bien que comparables aux autres, ne peuvent figurer ici parce que les semis n'ont pu y être faits que le 9 avril au lieu du 1er mars.

Ces courbes montrent toujours que la période végétative est plus courte à Palo Alto qu'à Rennes et plus courte à Rennes qu'à Rothamsted. Celles de Palo Alto et diverses observations rappellent ce qui a été constaté les années précédentes dans l'attitude des plantes cultivées le plus au Sud, dans ma série de cultures, et qui correspond à ce que M. Maire a consigné dans les notes qu'il m'a envoyées cette année et que je crois pouvoir citer : « Pour les semis faits en mars, les races précoces sont nettement mieux adaptées au climat et aux conditions générales du milieu d'Alger. » Il se dégage de ces cultures et de celles que j'ai faites en 1926 et 1927, à des doses différentes d'une même année, une notion d'optimum qu'il serait intéressant d'étudier avec précision.

De l'ensemble de ces faits, laissant de côté les variations de détail, je ne retiendrai, pour le moment, que deux choses :

1° L'hérédité du caractère précocité en plein air, après la vie sous châssis, se conserve jusqu'à la 9e génération au moins.

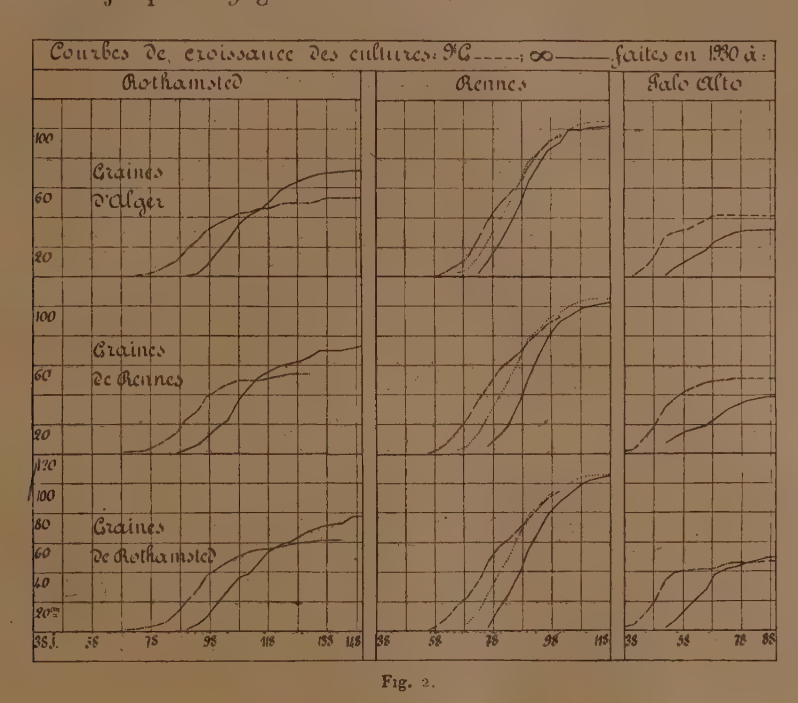


Fig. 2.

2° Les graines mûries sur des plantes toujours de plein air mais ayant 3 générations de vie dans le Midi (Alger-Palo Alto) donnent, en plein air, à Rennes, des plantes qui commencent à accuser la précocité sur celles qui ont toujours vécu à Rennes.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Libération de l'iode des ioduques de* Bonnemaisonia asparagoides *sous l'action des rayons ultraviolets.* Note de M. **Robert Lami**, présentée par M. L. Mangin.

Les travaux de Sauvageau, de Kylin et de Chemin ont montré que les ioduques de rameaux frais de *Bonnemaisonia asparagoides* peuvent, sous l'action d'un choc brusque, de l'acidification du milieu ambiant ou du

chauffage à 50° C., émettre de l'iode, émission rendue visible par le bleuissement de l'empois d'amidon à l'eau de mer dans lequel les rameaux sont plongés.

Sauvageau estime que l'instantanéité de cette émission sous l'action du choc prouve que l'iode est, au moins en partie, sous forme libre dans l'ioduque.

Pour Chemin, cet iode serait sous la forme d'un composé labile décomposable par l'acidification artificielle du milieu ou celle résultant de la diffusion des sucs cellulaires acides mis en liberté par la mort des cellules.

Il nous a semblé intéressant d'étudier l'action des rayons ultraviolets sur les ioduques qui, *a priori*, nous semblaient devoir être absorbants pour ces radiations.

Dans l'impossibilité de nous procurer des *Bonnemaisonia* en place, nos essais ont porté sur des plantes recueillies en épave. La source d'ultraviolet étant une lampe Gallois type NL consommant 3 ampères sous 110 volts et située à 25^{cm} de la préparation à irradier.

Les rameaux de *Bonnemaisonia* furent disposés entre lame de quartz et lamelle de verre. L'irradiation s'effectuant au travers de la lame après retournement sur un support. L'observation étant faite au travers de la lamelle, ce qui permettait l'emploi d'un objectif fort.

Dans ces conditions, après une irradiation suffisante, on observe le bleuissement de l'empois sans qu'il y ait échauffement notable de la préparation; ce bleuissement était localisé par points peu diffus situés immédiatement au voisinage de chaque ioduque.

La durée d'irradiation minima nécessaire a varié, pour la lampe en fonctionnement stable et avec des plantes fraîchement récoltées, entre 1,5 minute et 5 minutes selon l'état de la plante; pour le plus grand nombre la durée étant de 2 minutes.

Avec des plantes conservées de plus en plus longtemps au laboratoire en cristallisoir, nous avons observé que, pour certaines plantes, la durée d'irradiation peut descendre à 0^{m},5; pour d'autres plantes, on observe que le nombre d'ioduques bleuissants diminue, bien que la durée d'irradiation nécessaire ne varie que peu; puis, plus tard, quel que soit le temps d'irradiation, aucun bleuissement n'est observé. Dans ces cas un chauffage ultérieur à 50° C. n'amène pas le bleuissement des ioduques non bleuis et il semble bien que l'iode libre ou libérable soit passé dans une forme stable et que cette transformation ne soit pas simultanée pour tous les ioduques d'un même rameau.

Le bleuissement spontané, diffus et lent que l'on observe quelquefois dans des régions lésées, nous a paru légèrement accéléré par l'irradiation.

Deux explications nous semblent pouvoir être données de l'action positive de l'irradiation : En premier lieu, il est possible que les tissus de l'algue étant tués par l'irradiation, le contenu acide de leurs vacuoles diffuse et que cette acidification soit suffisante pour agir sur un composé iodé très labile contenu dans les ioduques et en libérer l'iode. Une action directe des radiations ultraviolettes sur la substance même de l'ioduque est également possible, principalement si l'iode qu'il contient est, au moins partiellement, à l'état libre, ionisé ou dissimulé.

Le fait que le bleuissement peut apparaître bien avant toute trace de nécrose visible, notamment de la diffusion de la phycoérythrine, est en faveur de la dernière hypothèse.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les rapports entre le* rH *intracellulaire et la sexualisation cytoplasmique des spores de Prèles.* Note de M. **Ph. Joyet-Lavergne**, présentée par M. L. Mangin.

Dans des publications antérieures [1] nous avons montré que pour chacune des trois espèces de Prèles : *Equisetum arvense*, *E. limosum* et *E. maximum*, il est possible de distinguer, parmi les spores, deux catégories; les spores A et les spores B et nous avons indiqué les raisons pour lesquelles on peut considérer les spores A comme des spores ♀, les types B étant des ♂. Schratz [2] a repris l'étude des caractères physico-chimiques des spores de l'espèce *Equisetum arvense* en utilisant les méthodes que nous avions décrites, plus spécialement l'action des colorants. Cet auteur a bien retrouvé les deux catégories de spores A et B, mais il pense que les différences de colorations constatées pourraient s'expliquer par une différence de perméabilité entre les spores.

On ne pourrait songer à une semblable interprétation des faits qu'en limitant volontairement l'étude à l'action des colorations directes, car les réactions obtenues, tant par la méthode des leucodérivés que par les réactifs oxydants ou réducteurs, ne permettent pas d'envisager l'interprétation

(1) Ph. Joyet-Lavergne, *Comptes rendus*, **182**, 1926, p. 980 et 1555; **184**, 1927, p. 293. *Protoplasma*, 3, 1928, p. 357.

(2) E. Schratz, *Biolog. Centralbl.*, **48**, 1928, p. 617.

proposée par Schratz. Les trois méthodes utilisées dans nos recherches : 1° coloration directe; 2° action des leucodérivés; 3° action des oxydants et des réducteurs, concordent, en effet, d'une façon très nette, pour démontrer qu'il existe entre les spores A et les spores B une différence dans les pouvoirs d'oxydation-réduction.

Cette différence dans les pouvoirs d'oxydation-réduction exprime-t-elle véritablement une différence dans les potentiels d'oxydo-réduction ou rH intracellulaires? Une semblable question aurait peut-être pu se poser à l'époque où nous avons fait nos premières publications sur ce sujet, car nous avons préconisé pour la mesure du rH des méthodes et des réactifs nouveaux, différents de ceux de la méthode classique. Mais les méthodes et les réactifs que nous avons proposés ont été depuis reconnus parfaitement capables de servir à la mesure du rH et de nombreux auteurs : Aubel, Aubertin, Genevois, Lévy, Mauriac, Rapkine, Struyx, Wurmser, les ont utilisés à cet effet. La différence physico-chimique qui existe entre les spores A et les spores B est donc bien une différence de rH intracellulaire.

Cette différence de rH est-elle en rapport avec la sexualité? Les diverses réactions chimiques des spores de *E. arvense* concordent pour montrer que les *spores* A *sont plus nombreuses* que les spores B ([1]). En comparant les qualités physico-chimiques de ces spores A et B avec ce que nous avions noté chez les Sporozoaires et les Phanérogames nous avions conclu que les spores A sont du sexe ♀ et les spores B, du sexe ♂. La vérification expérimentale de cette déduction consisterait à montrer que, dans les germinations naturelles des spores, le nombre des prothalles ♀, issus des spores A, est plus grand que celui des prothalles ♂, issus des spores B. Les recherches de Mäckel ([2]) nous apportent cette constatation. Cet auteur nous montre en effet que, dans la germination naturelle des spores de *E. arvense*, les prothalles qui se développent sont de deux types : les uns sont des types purement ♀, *ce sont les plus nombreux;* les autres, moins nombreux, sont, en réalité, potentiellement hermaphrodites. La première catégorie correspond évidemment aux spores A, les plus nombreuses, que nous avons déterminées chimiquement comme des spores ♀; quant à la deuxième catégorie, elle correspond aux spores B, les moins nombreuses, que nous avons appelées des spores ♂. Nous montrerons dans une autre publication que l'existence de spores à potentialité hermaphrodite ne modifie en rien les conclusions apportées par la notion de sexualisation cytoplasmique.

([1]) *Loc. cit.*

([2]) H. G. Mäckel, *Rep. nov. spec. reg. veg.*, 28, 1924, p. 1.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence des tanoïdes chez les fleurs.* Note de M. **St. Ionesco**, présentée par M. Costantin.

Dans une Note antérieure [1], nous avons signalé la présence, en grande abondance, des tanins chez les fleurs rouges de *Pelargonium*. Dès lors, nous avons suivi cette question en étendant nos études à d'autres espèces végétales. Maintenant, en possession de quelques résultats, nous les communiquons dans la présente Note.

Les plantes sur lesquelles ont porté nos expériences ont été nombreuses : arbres, arbustes, plantes herbacées; nous mentionnons seulement celles qui renferment des tanoïdes dans leurs fleurs. Parmi les arbres et arbustes étudiés nous citons : *Acer platanoïdes* var. *rubrum*, *Esculus Hippocastanum*, *Liriodendron Tulipifera*, *Philadelphus coronarius*, *Pirus communis*, *Rhus cotinus*, *Rosa canina*, *Symphoricarpus racemosus*, *Syringa vulgaris* et parmi les espèces herbacées nous mentionnons les suivantes : *Fragaria vesca*, *Geum urbanum*, *Helianthemum glaucum*, *H. guttatum*, *H. lavandulifolium*, *Lysimachia nummularia*, *Pæonia romanica*, *Pelargonium zonale* var. *album*, *Potentilla argentea*, *P. reptans*.

Pour la mise en évidence de ces tanoïdes, nous avons employé une méthode qui nous a semblé très pratique et très expéditive, et qu'on peut appliquer, en général, à tous les organes renfermant de ces substances. Pour cela, on fait bouillir les organes en question avec de l'alcool à 96° ou avec de l'acétone, suivant le cas, jusqu'à leur complète décoloration. Par ce traitement, les organes deviennent cassants et friables; pour leur redonner leur souplesse, on les trempe dans l'eau distillée, et de cette façon on les rend susceptibles d'un maniement ultérieur. Les organes ainsi préparés sont introduits enfin dans divers réactifs des tanins : le sulfate ferreux, l'acétate de cuivre, l'acétate d'uranium, le perchlorure de fer, l'alun de fer, le bichromate de potassium, etc.

Ces réactifs donnent des colorations nettes et persistantes en produisant à l'intérieur des tissus des précipités abondants et stables. De cette manière, les organes renfermant des tanoïdes apparaissent colorés suivant la réaction fournie par le réactif employé : en bleu foncé ou en vert avec les sels de fer, en jaune brun avec l'acétate de cuivre, en brun foncé avec l'acétate d'uranium, le bichromate de potassium.

---

(1) *C. R. Soc. Biol.*, 95, 1926, p. 129.

Pour mieux fixer les idées sur la façon dont on a opéré, prenons un exemple : les fleurs de *Rosa canina*. Les fleurs de cette espèce à pétales rosâtres sont bouillies dans l'alcool à 96° jusqu'à leur complète décoloration; on les trempe après dans l'eau pour leur redonner leur souplesse, et enfin on les traite par du sulfate ferreux, de l'acétate d'uranium, de l'acétate de cuivre et par du bichromate de potassium. Les fleurs introduites dans du sulfate ferreux se teintent immédiatement en violet et puis en bleu intense. Au bout d'une heure la coloration est complète. Toutes les parties de la fleur renferment des tanoïdes en quantité : le pédoncule floral, le réceptacle, les étamines et enfin les pétales prennent de belles et intenses colorations bleues. On peut conserver les fleurs ainsi colorées très longtemps dans l'eau formolée, sans qu'une diffusion des tanoïdes des organes ait lieu. Avec l'acétate d'uranium, les pétales ainsi que les autres pièces se colorent en brun rougeâtre; avec l'acétate de cuivre, en brun grisâtre, et avec le bichromate de potassium, en brun foncé.

En appliquant cette méthode, nous avons trouvé que les fleurs de toutes les plantes citées plus haut contiennent des tanoïdes en grande abondance. Nous avons constaté que ces substances sont distribuées, d'une manière générale, pour toutes les espèces, dans toutes les parties de la fleur : pédoncule floral, calice, corolle, pistil et étamines. Pour nous rendre compte de la nature chimique de ces substances, nous avons exécuté des réactions chimiques, soit sur les extraits aqueux des pétales, soit sur des tanoïdes que nous en avons isolés.

Suivant les réactions et les caractères présentés, on peut attribuer les tanoïdes des fleurs étudiées à deux groupes bien distincts.

Les uns verdissent avec les sels de fer et jouissent des propriétés caractéristiques des tanins, qui renferment dans leur constitution chimique le noyau de la catéchine. C'est dans cette classe qu'il faut ranger les tanoïdes des fleurs des arbres et arbustes suivants : *Æsculus Hippocastanum*, *Liriodendron Tulipifera*, *Philadelphus coronarius*, *Pirus communis*, *Symphoricarpus racemosus*, *Syringa vulgaris*.

D'autres substances bleuissent avec les sels de fer et présentent des propriétés caractéristiques des tanins, qui ont dans leur molécule le noyau de l'acide digallique. C'est à cette classe qu'il faut rattacher les tanoïdes des fleurs de quelques arbres et arbustes comme : *Acer platanoides*, *Rhus cotinus*, *Rosa canina* et des plantes herbacées suivantes : *Fragaria vesca*, *Geum urbanum*, *Helianthemum glaucum*, *H. guttatum*, *H. lavandulifolium*, *Lysimachia nummularia*, *Pæonia romanica*, *Potentilla argentea* et *P. recta*.

PHYSIOLOGIE. — *Action physiologique de l'aminométhyl-(3.4-dioxy-phényl)-carbinol.* Note [1] de M. **Raymond-Hamet**, présentée par M. Delépine.

Après avoir affirmé que, contrairement à celle des substances pseudo-sympathomimétiques, l'action hypertensive des substances vraiment sympathomimétiques est à la fois inversée par l'ergotamine et augmentée par la cocaïne, Tainter [2] a récemment prétendu que c'est à la présence d'un noyau catechol qu'est due l'action purement sympathomimétique de l'adrénaline et des substances qui en sont pharmacologiquement les plus voisines.

Afin d'éprouver cette hypothèse, il nous a paru nécessaire d'étudier l'influence exercée, d'une part par la yohimbinisation qui équivaut à ce point de vue à l'ergotaminisation, d'autre part par la cocaïnisation, sur l'action hypertensive de l'aminométhyl-(3.4-dioxy-phényl)-carbinol, ou artérénol, qui possède un noyau catéchol et ne diffère de l'adrénaline que parce que le Cβ de sa chaîne latérale est relié à un groupement aminé.

La détermination du mode d'action de l'artérénol nous a paru d'autant plus nécessaire que, se basant sur les recherches de Schultz [3], M. Tiffeneau [4] a prétendu que cette substance est deux fois plus active que l'adrénaline et qu'ainsi la substance préparée par les chimistes est biologiquement plus parfaite que celle que la nature a réalisée. Il convient pourtant de rappeler que Barger et Dale [5] avaient déjà noté que, dans leurs expériences, l'artérénol, connu seulement sous sa forme racémique, s'était montré seulement 1,5 et même 1,25 fois plus hypertenseur que l'adrénaline racémique et qu'en outre le rapport entre l'action hypertensive de ces deux substances avait varié non seulement dans les différentes expériences qu'ils avaient pratiquées mais encore au cours d'une même expérience : l'artérénol, d'abord plus hypertenseur que l'adrénaline, devenait, après plusieurs heures d'expérimentation, moins hypertenseur que cette dernière.

Nos expériences, qui ont été pratiquées avec un chlorhydrate d'adrénaline

---

[1] Séance du 3 novembre 1930.

[2] M. L. Tainter, *Journ. of Pharmacology*, 40, sept. 1930, p. 43-64.

[3] W. H. Schutz, *Hyg. Laboratory U. S. Mar. Hosp. Serv.* (*Bull.* n° 55, 1909).

[4] M. Tiffeneau, *Annales de Physiologie*, 5, 1929, p. 571-577.

[5] G. Barger et H. H. Dale, *Journ. of Physiology*, 41, 1910, p. 19-59.

racémique et un chlorhydrate d'artérénol très purs qui ont été préparés pour nous par les laboratoires Höchst que nous sommes heureux de remercier ici, nous ont montré que l'on obtient des effets hypertenseurs différents suivant qu'on injecte d'abord l'une ou l'autre de ces substances. Si l'artérénol est injecté le premier, son action hypertensive se montre très nettement plus forte que celle d'une même dose d'adrénaline injectée ensuite. Si, au contraire, on injecte d'abord l'adrénaline, l'hypertension provoquée par cette substance est d'ordinaire un peu plus forte que celle produite par une dose égale d'artérénol. Ces résultats ne sont paradoxaux qu'en apparence car, comme Loup (¹) l'a déjà noté, quand chez un même animal on pratique plusieurs injections d'une dose égale d'adrénaline ou d'une des substances hypertensives qui s'en rapprochent, l'hypertension provoquée par chacune des injections successives est de plus en plus faible. Nos expériences nous ont montré, en outre, que cette diminution d'action hypertensive est d'autant plus marquée que chacune des injections s'est montrée plus fortement hypertensive.

Puisque, quand on injecte d'abord l'adrénaline, l'hypertension provoquée par une certaine dose de cette substance, n'est que très légèrement plus forte que celle produite par une même dose d'artérénol, tandis que, quand on injecte d'abord l'artérénol, l'hypertension provoquée par cette substance est très nettement plus forte que celle produite par une dose égale d'adrénaline, on peut admettre que l'action hypertensive de l'artérénol est un peu plus forte que celle de l'adrénaline racémique.

Mais si l'action hypertensive provoquée par l'artérénol est vraiment un peu plus forte que celle produite par l'adrénaline, il reste à savoir si le mécanisme de l'action hypertensive de ces deux substances est ou non identique.

Chez le chien, qui a reçu une dose de yohimbine suffisante pour inverser l'action hypertensive d'une dose moyenne d'adrénaline, l'injection d'une même dose d'artérénol provoque encore une hypertension plus ou moins accentuée. Cette hypertension s'accompagne d'une dilatation passive du volume du rein alors que l'injection d'une même dose d'artérénol provoquait, avant la yohimbinisation, une forte vaso-constriction rénale (²).

(¹) Loup, *Étude expérimentale des suprarénines synthétiques et de leurs dérivés* (*Thèse doct. méd. Genève*, 1912).

(²) Notons que Barger et Dale (*loc. cit.*) ont constaté que chez l'animal ergotoxiné, l'artérénol demeure hypertenseur.

L'artérénol se comporte donc vis-à-vis de la yohimbine non point comme l'adrénaline mais comme l'éphédrine [1]. Mais alors que les doses fortes d'éphédrine sont hypotensives, des doses mortelles d'artérénol (100^{mg} par kg.) demeurent fortement hypertensives.

En outre, comme celle de l'adrénaline et contrairement à celle de l'éphédrine, l'action hypertensive de l'artérénol est nettement augmentée par la cocaïnisation. Comme il en est de même chez l'animal dont on a extirpé les deux surrénales et dont on a sectionné les deux Splanchnici majores et les deux Splanchnici minores I, on ne peut pas penser que l'augmentation de l'action hypertensive de l'artérénol chez le chien cocaïnisé est due à une décharge d'adrénaline que provoquerait le dit artérénol.

L'artérénol fournit donc un exemple d'une substance qui, vis-à-vis de la cocaïne, se comporte comme l'adrénaline mais qui, vis-à-vis de la yohimbine, réagit comme l'éphédrine.

Nous en conclurons donc, d'une part que la corrélation admise par Tainter entre l'action sensibilisante de la cocaïne et l'action inversante de l'ergotamine ne s'observe pas avec toutes les substances hypertensives voisines de l'adrénaline, d'autre part, que le noyau catéchol n'est pas le seul support de l'action purement sympathomimétique puisque l'action de l'artérénol qui possède ce noyau n'est pas influencée par le yohimbine de la même façon que l'adrénaline. L'artérénol ne peut donc pas être considéré comme une substance sympathomimétique pure ou, si l'on veut être plus précis, comme une substance adrénalinomimétique. On doit le regarder comme une des substances pseudoadrénalinomimétiques qui constituent actuellement un groupe hétérogène et dont l'étude systématique reste à faire.

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les processus chimiques au cours de la division cellulaire.* Note de M. **Louis Rapkine**, présentée par M. Molliard.

En admettant l'hypothèse que la division cellulaire est précédée par une dénaturation des protéiques, au sens de Harris [2], et que cette dénaturation accompagne une scission des lipo-protéiques cellulaires, j'ai cherché à

(1) Raymond-Hamet, *Comptes rendus Soc. Biologie*, 97, 1927, p. 618-619, et *Revue de pharmacol. et de thérap. expér.*, 1, 1929, p. 264-332.

(2) *Proceedings Roy. Soc.*, B, 94, 1923, p. 426.

mettre en évidence l'augmentation du radical — SH avant la division. Le travail a porté sur l'œuf d'Oursin (*Paracentrotus lividus* Lk.). Les dosages sont faits par la méthode iodométrique de Tunnicliffe, modifiée par Perlzweig et Delrue [1].

Dans l'œuf vierge, il y a déjà une certaine quantité de — SH, environ 35^{mg} pour un poids frais de 100^{gr} d'œufs. Après la fécondation jusqu'à 30 minutes après celle-ci, on constate une diminution notable de ce groupement, dont la teneur s'abaisse jusqu'à environ 10^{mg} pour 100. A cette diminution succède une augmentation brusque qui va en croissant jusqu'à 10 à 15 minutes avant la première division, atteignant 46^{mg} pour 100 environ.

Le groupement — SH est-il nécessaire pour le métabolisme de la cellule au cours de la division? S'il en est ainsi, on devrait pouvoir arrêter la division en combinant le groupement — SH avec un métal quelconque, puis permettre à la division de se faire, en fournissant aux cellules de nouvelles quantités de — SH.

Une série d'expériences ont été faites dans le but de résoudre cette question, et voici une expérience type :

A 200^{cm^3} d'une suspension à 10 pour 100 d'œufs fécondés, on ajoute, 20 minutes après la fécondation, 200^{cm^3} d'une solution de bichlorure de mercure M/50000 dans l'eau de mer. Les œufs sont ainsi dans une solution de $HgCl^2$ approximativement M/100000. Toutes les minutes, après lavage préalable pour enlever le $HgCl^2$ adhérent, on transporte 2^{cm^3} de la suspension : (*a*) dans de l'eau de mer; (*b*) dans une solution M/1000 d'alanine dans de l'eau de mer; (*c*) dans une solution M/1000 de cystine dans de l'eau de mer; (*d*) dans une solution M/1000 de cystéine dans de l'eau de mer.

Dans les solutions *a*, *b*, *c*, les œufs se développent d'autant plus lentement que l'action par le $HgCl^2$ s'est exercée plus longtemps. Déjà, après une minute de séjour dans le $HgCl^2$, 20 à 40 pour 100 des œufs ne se divisent pas du tout. A partir d'un temps de traitement de 5 minutes, la division est complètement bloquée et aucun œuf n'atteint le stade *deux*.

Par contre, dans la solution *d*, c'est-à-dire dans l'eau de mer additionnée de cystéine, les œufs se développent normalement, et il y a 100 pour 100 de divisions, jusqu'à un temps d'action de 4 minutes. Après une action

---

(1) *Biochem. J.*, **21**, 1927, p. 1416.

de 5 minutes, il y a encore 70 à 90 pour 100 d'œufs qui se divisent, tandis que, dans les solutions *a*, *b* et *c*, comme on l'a vu ci-dessus, aucun œuf n'atteindra le stade *deux*.

L'acide thio-glycolique agit comme la cystéine.

Les faits suivants peuvent nous renseigner sur le mécanisme d'action du groupement — SH : on peut extraire de l'œuf d'Oursin un corps semblable à celui que Hopkins a trouvé dans le muscle et qu'il a dénommé « Thermo-stable residu ». Comme ce dernier, il peut agir comme *donateur* d'hydrogène vis-à-vis de la cystine. De même il peut réduire le bleu de méthylène en présence soit de cystéine, soit de cystine.

Or, si l'on traite ce « résidu » par une solution M/100 000 de $HgCl^2$ de la même manière que les œufs, on peut supprimer son action réductrice soit partiellement, soit totalement, selon la durée du traitement par le $HgCl^2$. On peut, après avoir supprimé partiellement son action réductrice, la restaurer en ajoutant des traces de — SH sous forme de cystéine.

Le groupement — SH agit donc comme catalyseur vis-à-vis des « donateurs », tels que le « Thermo-stable residu ».

D'autre part, en mesurant les vitesses de réduction du bleu de méthylène par ces « donateurs » en présence de cystine, on trouve que ceux-ci ont une activité maximum 20 à 30 minutes avant la division. On peut, en outre, non seulement mettre en évidence de l'acide lactique dans l'œuf vierge, mais encore montrer qu'il augmente à peu près de 200 pour 100, 20 à 30 minutes avant la division. On peut, d'ailleurs, à tout moment du développement, produire expérimentalement une augmentation d'acide lactique en plaçant les œufs soit dans l'azote, soit dans une solution M/2000 de KCN. Les dosages sont faits par une méthode colorimétrique basée sur la réaction de Hopkins. Quoi qu'elle ne soit qu'approximative, elle est suffisante dans notre cas, étant donnée la grandeur des variations.

Si l'on traite pendant 3 minutes des œufs d'oursin par le $HgCl^2$ M/100 000 et si on les transporte dans de l'eau de mer, on peut montrer qu'il n'y a presque pas d'acide lactique formé. Mais si l'on mesure l'acide lactique dans les œufs traités pendant 3 minutes par le $HgCl^2$ et transportés dans de l'eau de mer additionnée de cystéine, on constate une augmentation normale de l'acide lactique.

En résumé, ces expériences montrent que l'on peut, à volonté, arrêter et faire repartir la division par suppression ou addition du groupement — SH. Les résultats concernant l'acide lactique confrontés avec des expériences

antérieures ([1]) où j'obtenais un développement des œufs en l'absence d'oxygène libre montrent, en outre, que l'état de prédivision rappelle les processus de la contraction musculaire et d'une manière générale ceux de la vie anaérobie (Meyerhof, Hill, Warburg).

ENTOMOLOGIE — *Contribution à l'étude des phases chez le Criquet Pèlerin* (Schistocerca gregaria *Forsk*). Note de MM. **Lespès**, **Regnier** et **Rungs**, présentée par M. E.-L. Bouvier.

L'invasion de *Schistocerca gregaria* Forsk., qui a commencé dans l'Afrique du Nord en 1927 et s'achève actuellement, nous a permis de faire au Maroc les observations suivantes :

1° Prédominance très nette dans les vols du début (1927) de la phase *flaviventris* Burm. ([2]) et de formes de transition vers ce type. Il ne fut pas observé cette année-là de phase *gregaria* typique ;

2° En automne 1928 la phase *gregaria* et les formes de transition vers ce type constituaient presque exclusivement les vols d'invasion, dans lesquels la phase *flaviventris* n'apparaissait qu'à titre exceptionnel ;

3° Dans le Grand Atlas les descendants des vols de 1928, devenus adultes pendant l'été 1929, étaient des *gregaria* non typiques ;

4° Les vols très nombreux et exceptionnellement importants arrivés d'octobre 1929 à avril 1930 ne comprenaient que des *gregaria* typiques ;

5° En juillet 1930, dans le Gharb, en un point où des traitements arseniqués n'avaient laissé subsister que de rares descendants isolés des vols d'invasion, on trouvait à la fois des adultes immatures de la phase *gregaria* en partie typiques, en partie transitionnels vers *flaviventris*, et des larves dont la plupart, de coloration verte, se rapportaient à la phase *flaviventris*. Bien qu'assez nombreux, ces individus n'ont, à aucun moment, été observés groupés.

6° En outre des caractères indiqués par Uvarov et Johnston, les larves du type *flaviventris* et des formes transitionnelles se distinguaient par la coloration jaune antimoine rayé de brun foncé de leurs yeux et la teinte

---

([1]) *Comptes rendus*, 188, 1929, p. 650.

([2]) Cette détermination et les suivantes sont dues à M. Uvarov, à qui nous avons communiqué nos matériaux.

jaune ou brun très clair de leur face. Chez *gregaria* les yeux sont brun rouge ou noirs non rayés, et la face noire.

7° Les larves ci-dessus — *flaviventris* et transitions, aux troisième, quatrième et cinquième âges — furent réparties en deux groupes mis séparément en élevage dans des conditions identiques : cages de petites dimensions, placées dans le même local et pourvues de la même nourriture.

Le premier groupe rassemblait les larves présentant le plus d'affinités avec *gregaria*, le second celles du type *flaviventris* et des formes transitionnelles les plus proches. Dans les deux groupes, en moins de huit jours les larves changèrent de coloration : de vert unicolore elles devinrent noir et jaune, se rapprochant ainsi du type *gregaria*. Toutefois, les rayures des yeux et la teinte pâle de la face persistèrent. Aucune modification d'ordre morphologique ne fut observée. Tous les adultes issus de ces larves appartenaient à des formes de transition;

8° Une larve du type *flaviventris*, au cinquième âge, recueillie postérieurement aux précédentes, mais au même lieu, élevée isolément, ne subit aucune modification. Elle conserva sa coloration verte jusqu'à la dernière mue et donna un adulte de la phase *flaviventris*.

Ces résultats établissent qu'il existe, chez *Schistocerca gregaria* Forsk., une corrélation entre le développement maximum de l'invasion et le pourcentage de la phase *gregaria* dans la composition des vols, corrélation analogue à celle relevée par Uvarov chez *Locusta migratoria* L.

Ils confirment que *S. gregaria* Forsk. et *S. flaviventris* Burm. sont bien les deux phases : migratrice et sédentaire, d'une même unité spécifique, comme l'avait d'abord supposé Uvarov et vérifié ensuite, une première fois, Johnston dans le Soudan oriental.

Ils apportent une preuve expérimentale nouvelle de l'influence de la densité locale du peuplement dans le déterminisme des phases.

Ils montrent que cette influence s'exerce rapidement, même en partant de larves âgées.

Enfin, ils font connaître l'existence de formes de transitions variées non signalées jusqu'ici dans l'Afrique du Nord.

ZOOLOGIE. — *Morphologie comparée des canaux déférents des Pagures.* Note de Mlle **Simone Mouchet**, présentée par M. F. Mesnil.

Les canaux déférents des Pagures sont, on le sait, le siège de la formation des spermatophores. A chaque espèce de Pagure, correspondent des sper-

matophores de forme déterminée et des canaux déférents qui, physiologiquement au moins, sont caractéristiques de l'espèce. J'ai montré précédemment que la forme du canal est en relation étroite avec sa physiologie et qu'en particulier il est facile de reconnaître macroscopiquement les régions où ont lieu telle sécrétion ou telle contraction, facteurs de l'élaboration du spermatophore. Je suis ainsi arrivée à distinguer un certain nombre de régions, caractérisées à la fois par leur aspect morphologique et leur fonction, et à noter certains aspects principaux des canaux déférents.

Chez les Pagures, le canal déférent présente, peu après le point où il se différencie du testicule, un enroulement se ramenant à deux types fondamentaux : hélice et spirale. Chaque canal déférent présente deux enroulements consécutifs, soit deux hélices, soit deux spirales, soit une spirale et une hélice, les deux enroulements étant toujours, quelle que soit leur nature, en sens inverse l'un de l'autre.

On peut réaliser matériellement un tel système, par exemple de deux hélices inverses, en faisant avec un fil une anse plane et en enroulant simultanément les deux bouts accolés, en hélice autour d'un axe. Les deux hélices simultanées, ainsi obtenues, peuvent être écartées l'une de l'autre et parcourues suivant la continuité du fil, donnant à la fois deux hélices successives et inverses. Or, le *Pagurus arrosor* nous met justement en présence d'une telle disposition. En un certain point de son trajet, le canal déférent porte, à angle droit avec sa direction générale, une anse enroulée en double hélice, dont les bouts se continuent respectivement avec la région proximale et la région distale du canal. Les tours des deux hélices alternent et se distinguent de l'un à l'autre par la différence du calibre; celui-ci en effet augmente à partir du sommet de l'anse; les tours de la première hélice sont donc plus fins que ceux de la deuxième. On trouve ainsi chez *Pagurus arrosor* un canal déférent enroulé suivant deux hélices inverses et emboîtées. Je considérerais volontiers ce cas comme primitif, car tous les autres peuvent en être géométriquement déduits par des déformations continues.

Partons en effet des deux hélices emboîtées précédentes; séparons-les l'une de l'autre, ce qui est possible jusqu'au sommet par simple écartement, puisqu'il y a eu enroulement simultané des deux brins de l'anse, sans aucune torsion de l'un autour de l'autre. Les deux hélices séparées restent d'enroulement inverse. Si on les considère comme parcourues par continuité dans le sens du flux spermatique, celui-ci traverse donc, interposé sur un trajet général plus ou moins sinueux, un système différencié de deux serpentins inverses. Cette disposition est réalisée chez *Diogenes pugilator*, *Clibanarius misanthropus*, *Paguristes oculatus*, *Eupagurus excavatus*.

Supposons maintenant que l'on aplatisse une des hélices, la première, par exemple, de façon que ses tours s'emboîtent successivement vers l'extérieur et réalisent une spirale lovée dans un plan. Le canal déférent présente alors une spirale suivie d'une hélice, dont les enroulements restent inverses. C'est le cas chez *Eupagurus cuanensis*, *Eupagurus sculptimanus*, *Eupagurus prideauxi*.

En aplatissant au contraire la deuxième hélice, on obtiendrait la succession hélice-spirale, à enroulements inverses; mais ce cas n'est pas représenté dans les Pagures étudiés.

Enfin les deux hélices peuvent être simultanément transformées en spirales planes. On a alors une sorte d'S majuscule dont les arcs comptent plus ou moins de tours. Le nombre de ces tours est caractéristique d'une espèce donnée. Ce cas est réalisé chez *Eupagurus bernhardus*, *Eupagurus anachoretus*, *Anapagurus lævis* (canaux droit et gauche), *Anapagurus hyndmanni* (canaux droit et gauche).

Tout ce qui précède est relatif à la morphologie du canal déférent. Il est intéressant de noter qu'à chacun des modes d'enroulement est lié un mode spécial de formation des spermatophores. Il est très remarquable en effet que si, chez les Pagures, la fragmentation de la colonne spermatique en ampoules successives a lieu au point où la courbure change de sens (sauf peut-être pour *Paguristes oculatus*), elle se produit, à cet endroit, suivant divers processus que j'ai déjà signalés [1] :

1° Formation d'une sinusoïde à arcs égaux, les arcs inférieurs disparaissant au profit des autres qui s'isolent mutuellement en rapprochant leurs extrémités (*Diogenes pugilator*, *Pagurus arrosor*) ou restent unis (*Clibanarius misanthropus*); Pagures à deux hélices.

2° Formation d'une sinusoïde à arcs très inégaux dont l'un, véritable bâtonnet, devient l'ampoule à sperme, l'autre le spermatophore accessoire. C'est le cas des Pagures à une ou deux spirales, *Eupagurus* et *Anapagurus*.

Les spermatophores à corpuscules accessoires se trouvent dans les canaux ayant au moins une spirale, les spermatophores sans corpuscule accessoire s'élaborant dans les canaux à deux hélices. Mais il y a plus, les canaux à deux hélices sont aussi ceux où les spermatophores ont un pédicule (*Diogenes pugilator*, *Clibanarius misanthropus*), une embase commune (*Pagurus arrosor*, *Clibanarius misanthropus*), une sécrétion affectant la forme d'un voile et qui unit les spermatophores entre eux (*Paguristes*)

(1) *Comptes rendus*, **190**, 1930, p. 691.

ou les enveloppe (*Clibanarius*), tandis que les autres canaux contiennent des spermatophores sans pédicule, sans voile d'union, à embases séparées, et tous munis, comme il a été dit, d'une ampoule accessoire.

Le seul examen de la forme extérieure du canal déférent d'un Pagure permet de prévoir les caractères principaux des spermatophores qu'il produit et, en outre, nous l'avons vu, de connaître le mode de fragmentation du flux spermatique au moment de sa transformation en ampoules successives.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le stationnemont de l'Argiope fasciée* (Argiope bruennichi) *sur sa toile.* Note de M. **Étienne Rabaud.**

La toile des Araignées orbitèles serait, au dire des auteurs, une construction géométrique dont la région centrale est un disque tissé d'une façon particulière. Les Araignées stationnent sur ce disque; elles se dirigent constamment et directement vers lui, chaque fois que, après séparation préalable et complète, elles reprennent contact avec leur toile. Cette constance du lieu de stationnement, fait d'observation courante, n'a guère retenu l'attention. Les auteurs se bornent à affirmer, sans autres preuves, que l'Araignée se tient là où aboutissent tous les ébranlements que peut subir la toile; mais ils négligent d'examiner à quels indices l'Araignée « reconnaît » cette position privilégiée.

Des constatations préliminaires, précédemment publiées (*Bull. Soc. Zool. Fr.*, 1930), m'ont conduit à rejeter l'hypothèse d'une particularité de structure. L'hypothèse semble s'imposr en raison de la différence qui existe entre le tissu du disque de stationnement et celui du reste de la toile. Seulement, outre que la différence est souvent peu marquée, une Argiope fasciée déposée sur une toile d'Epeire diadème (ou inversement) vient incontinent occuper le disque, dont le tissu ne ressemble pourtant pas à celui de son propre disque. Deux ou trois autres constatations m'amenaient à penser que l'Araignée obéit à une action d'ordre mécanique et stationne sur une partie de la toile correspondant à l'équilibre de son poids et des tensions de la toile.

Les essais auxquels je viens de me livrer avec *Argiope bruennichi* confirment, en la précisant, cette conclusion provisoire.

Pour modifier la direction et l'intensité des tractions supportées par le disque, il faut délabrer la toile de diverses manières, ou la déformer en la

laissant intacte. Dans les deux éventualités, le changement apporté à l'équilibre mécanique de la toile se traduit par la déviation des *stabilimenta* caractéristiques de la toile de l'Argiope fasciée et par un flottement plus ou moins accentué.

A. *Section de la toile en dehors du disque* ou *excision du disque lui-même*. — *a*. Quand le délabrement est nettement asymétrique, l'Argiope (remise du « choc » subi) se met en mouvement et pose quelques fils; elle les pose toujours en petit nombre et, le plus souvent, du côté du délabrement. Parfois elle pratique un travail plus compliqué, un véritable remaniement : elle ajoute de nouveaux fils et en sectionne d'autres. Ce travail a pour effet d'établir un nouvel équilibre. Mais celui-ci ne coïncide pas avec le précédent et l'Argiope vient stationner aux alentours du disque, occupant une place différente de sa place initiale. La substitution de l'une à l'autre est définitive, car l'Araignée y revient, comme elle revenait sur le disque lui-même. La perte de substance n'est nullement réparée en tant que telle, et les nouveaux fils la laissent largement béante.

b. J'essaie de pratiquer un délabrement symétrique, en sectionnant la toile directement au-dessus et au-dessous du disque. Bien que la tension de la toile diminue, l'équilibre mécanique peut n'être pas modifié. En fait, l'Araignée se borne, parfois, à descendre ou à monter, adoptant une nouvelle place de stationnement, située à 1^{cm} ou à 1^{cm},5 de l'ancienne, et ne pose aucun fil nouveau.

Parfois, au contraire, elle pose quelques fils ici ou là avant de s'installer à demeure.

Mais jamais elle ne répare la brèche. Même, dans le cas de section inférieure, il arrive que l'Argiope s'installe aux abords immédiats de la brèche, l'extrémité du céphalothorax dépassant la toile et plongeant dans le vide.

L'existence d'un lambeau flottant au-dessus ou au-dessous ne provoque aucune réaction.

c. L'excision du disque donne des réactions tout analogues. Suivant le cas, l'Argiope pose ou non quelques fils en travers de la perte de substance; mais toujours elle vient s'installer à quelque distance de l'emplacement initial, son corps correspondant ou non avec une partie de l'orifice résultant de l'excision.

Dans chacune des trois séries précédentes, la pose de quelques fils, ou un léger remaniement plus complexe, établit un équilibre nouveau, sans donner à la toile une tension d'intensité comparable à la précédente. Par

temps calme, aucune réaction de l'Araignée ne s'ensuit; mais quand un coup de vent survient et secoue la toile, l'Araignée pose, aussitôt, de nouveaux fils.

B. *Déformations simples.* — Les déformations de la toile sans perte de substance donnent des résultats concordants. On les obtient en fixant un poids léger (15 à 20^g) sur l'un des supports où s'attachent quelques-uns des fils radiaux de la toile. Tout en évitant la moindre perte de substance, on change ainsi l'équilibre statique de la toile en même temps que sa tension. Suivant le cas, l'Araignée se déplace simplement et vient établir son stationnement aux environs immédiats du disque, ou bien elle pose quelques fils et change aussi son lieu de stationnement.

L'ensemble de ces données ne paraît comporter qu'une seule interprétation. Le disque sur lequel stationne l'Araignée correspond à une position d'équilibre mécanique; c'est une surface soumise de toutes parts à des tractions d'une certaine intensité; elle ne coïncide pas nécessairement avec le centre géométrique de la toile. Le simple déplacement de cet équilibre entraîne l'Araignée vers une autre surface de stationnement; la rupture de cet équilibre, que la toile soit intacte ou non, détermine la pose de nouveaux fils qui réalisent un nouvel équilibre.

L'existence d'un équilibre statique n'a rien à voir avec la capture des proies; les fils nouveaux que pose l'Araignée ne comblent jamais la brèche; ils ne sont nullement des matériaux de « réparation ». Pas davantage, la construction même de la toile ne répond, comme on l'a prétendu, à des nécessités géométriques, elle répond à des actions mécaniques. Pendant qu'elle file, l'Araignée se trouve constamment soumise à ces actions et leur obéit. Loin de poser des fils autour d'un centre, le fil qu'elle vient de tendre détermine la situation du suivant et, de proche en proche, la position du disque de stationnement. Celui-ci est donc imposé à l'Araignée par les conditions même où elle tisse et correspond au lieu d'équilibre mécanique du système.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur les ferments solubles sécrétés par les Champignons hyménomycètes. Les quinones et la fonction antioxygène.* Note de M. **L. Lutz**, présentée par M. L. Mangin.

On sait que les agents d'oxydation, même les plus doux, enlèvent deux atomes d'hydrogène aux paradiphénols, par exemple au paradioxybenzène

ou hydroquinone et les transforment en quinones. Par voie de conséquence, cette hydroquinone se conduit comme un puissant antioxygène, aussi bien dans les catalyses exclusivement chimiques que dans celles qui se produisent en présence des ferments sécrétés par les Champignons.

Mais, inversement, les agents de réduction, même les plus faibles, fixent sur la quinone formée deux atomes d'hydrogène pour redonner l'hydroquinone.

De telle sorte que, théoriquement, la quinone résidu d'une action antioxygène devrait pouvoir, en présence d'un catalyseur réducteur, régénérer l'hydroquinone et, par suite, redevenir capable d'agir de nouveau comme antioxygène dans une catalyse oxydoréductrice telle que celles qui marquent l'action d'un grand nombre de Champignons. Dans ces conditions, on devrait finalement noter la même action antioxygène, bien qu'un peu retardée, qui accompagne l'addition d'hydroquinone aux milieux nutritifs.

Pour vérifier cette hypothèse, deux séries d'expériences ont été entreprises, les unes en présence d'un indicateur d'oxydation : gaïacol, naphtol-α; les autres en présence d'un indicateur de réduction : bleu de méthylène.

Les quinones utilisées ont été la quinone ordinaire et la thymoquinone.

Les Champignons sont, pour les milieux avec test d'oxydation : le *Corticium quercinum* et le *Coriolus versicolor*, riches tous deux à la fois en ferments oxydants et en ferments réducteurs, et le *Pleurotus ostreatus*, plus riche en réductases qu'en oxydases. Pour les milieux avec test de réduction : le *Corticium quercinum*.

Les formules des milieux et les concentrations en substances actives sont toujours calquées sur celles des expériences précédentes.

Les résultats ont été les suivants :

I. *Milieux oxydables.* — Avec le *Corticium quercinum* et la quinone, retard remarquable dans les phénomènes d'oxydation : 7 jours après l'ensemencement, un témoin au gaïacol sans quinone présente une auréole rouge intense de 9 à 10^{mm} de rayon autour de la culture, alors qu'en présence de quinone il n'y a aucune trace de coloration, bien que le feutrage mycélien ait déjà 1^{cm} de diamètre.

Dans un milieu au naphtol α, la coloration du témoin est rapide et intense, tandis qu'en présence de quinone, il faut attendre 18 jours pour voir apparaître un léger début de coloration.

Avec le *Coriolus versicolor*, même gradation des phénomènes : en 48 heures,

oxydation des témoins, se manifestant par l'existence d'auréoles colorées intenses, aussi bien avec le gaïacol qu'avec le naphtol, alors qu'il faut attendre 4 et 5 jours pour observer un début de coloration dans les tubes contenant de la quinone.

Avec le *Pleurotus ostreatus*, mêmes observations : coloration rapide du gaïacol et du naphtol dans le témoin, rien après 12 jours en présence de quinone.

En substituant la thymoquinone à la quinone, les différences sont moins tranchées, mais cependant encore très nettes : c'est ainsi qu'avec le *Corticium quercinum* et le naphtol, le témoin sans thymoquinone montre, au bout de 7 jours, une auréole rouge intense de 9 à 10^{mm} de rayon autour de la culture, tandis que le milieu à la thymoquinone n'offre qu'un rosissement à peine perceptible au contact du mycélium.

II. *Milieux réductibles*. — L'accélération de l'action réductrice par rapport au témoin s'est manifestée intensément, surtout avec la quinone. Elle confirme la réalité de la transformation de la quinone en hydroquinone, laquelle, à son tour, a exercé son action antioxygène.

On voit ainsi des corps, théoriquement inactifs comme antioxygènes, retrouver cette activité et rentrer en réaction, grâce à l'action superposée des deux ferments inverses sécrétés par les Champignons.

De plus, cette superposition des actions catalytiques inverses permet d'expliquer la décoloration lente de la tétragaïacoquinone et de la naphtoquinone dans les milieux où le gaïacol et le naphtol ont été employés comme tests d'oxydation, ainsi que certains phénomènes de recoloration du bleu de méthylène dans les cultures primitivement décolorées par les ferments fongiques.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Recherches biochimiques sur le rubrène*. Note de M. M. **Javillier** et Mlle L. **Emerique**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Le carotène, qui possède à l'état brut la propriété de se comporter comme vitamine A, conserve cette propriété après une purification déjà très soigneuse (1). *Quelle que soit l'opinion que l'on ait sur l'interprétation*

(1) B. v. Euler, H. v. Euler et P. Karrer, *Helv. chim. Acta*, 12, 1929, p. 278. — H. v. Euler, P. Karrer et M. Rydbom, *Ber. dtsch. chem. Ges.*, 62, 1929, p. 2445. — M. Javillier et Mlle L. Emerique, *Comptes rendus*, 190, 1930, p. 655, et 191, 1930, p. 226.

d'un tel phénomène, il n'en reste pas moins fort intéressant qu'un corps défini, cristallisé, relativement facile à obtenir et à purifier, présente de telles propriétés ([1]). Nous avons pensé qu'il le serait également de retrouver les mêmes propriétés physiologiques chez un corps défini, comme le *rubrène* dont on peut affirmer, en raison des circonstances de sa préparation, qu'il n'a pu fixer aucune vitamine naturelle.

Bien que le rubrène présente une constitution très différente de celle du carotène, nous avons expérimenté avec ce carbure, dont l'étude biologique est peu avancée ([2]). Le rubrène est un carbure synthétique de formule $C^{42}H^{28}$, cristallisé, d'une magnifique couleur rouge orangé, riche en doubles liaisons, se décolorant par fixation d'oxygène ([3]). A beaucoup d'égards, il présente donc des analogies avec le carotène $C^{40}H^{56}$, mais tandis que celui-ci possède une longue chaîne aliphatique, le rubrène est un dérivé du dibenzofulvène.

Nous avons carencé des rats albinos jeunes (de 50^{g} environ) en les soumettant à notre régime habituel dépourvu de vitamine A. La carence se manifestant par une chute nette de la courbe de croissance, nous avons fait ingérer à ces animaux du rubrène en quantités variables suivant les lots (de $\frac{1}{100}$ à $\frac{25}{100}$ de milligramme), largement supérieures à celles qui eussent été actives avec du carotène. En aucun cas nous n'avons obtenu d'amélioration, ni dans l'allure de la courbe de carence, ni dans les symptômes oculaires. Les animaux se sont comportés de tous points comme les animaux carencés ne recevant pas de rubrène. Ce corps paraît donc ne posséder aucune propriété vitaminique A.

Il importait cependant de savoir si les observations n'avaient pas été contrariées, soit par quelque propriété toxique du rubrène vis-à-vis du rat, soit par le fait que le rubrène ingéré n'est pas absorbé.

Trois lots de chacun trois rats (le poids de chaque animal étant d'environ 62^{g}) reçurent respectivement *per os*, en même temps qu'un régime alimentaire banal vitaminé, 1^{mg}, $2^{mg},5$ et 5^{mg} de rubrène (par rat et par jour). Un quatrième lot servait de témoin. Au bout de 40 jours, les animaux des quatre lots avaient atteint un poids d'environ 115^{g} sans qu'il fût possible

---

([1]) Sur l'activité vitaminique du carotène, l'accord se trouve aujourd'hui réalisé entre les expérimentateurs. Voir à ce propos M. Javillier, *Bull. Soc. Chim. biol.*, 12, 1930, p. 554, puis les Notes ci-dessus mentionnées; enfin, J. C. Drummond, *Journal of the Society of chemical Industry*, 49, 1930, p. 291.

([2]) Nous en devions les échantillons à M. Ch. Dufraisse.

([3]) Ch. Moureu, Ch. Dufraisse et P. Marshall Dean, *Comptes rendus*, 182, 1926, p. 1440, et, depuis, un grand nombre d'autres publications.

d'observer d'accidents quelconques chez les animaux vivants; sur les animaux sacrifiés, l'autopsie ne révéla aucune altération macroscopique des organes.

Au cours du traitement, nous avions eu le soin de conserver les fèces pendant six jours consécutifs et, à l'autopsie, nous avons prélevé les foies, les reins, les tubes digestifs. Ces derniers furent soumis à un minutieux lavage. Nous avons recherché et dosé le rubrène dans les organes et les fèces. La recherche était basée sur l'extraction des matières premières (séchées) par le benzène et l'observation au spectroscope des solutions benzéniques. Aucune des solutions provenant des organes ne permit de déceler le rubrène; les solutions benzéniques provenant des fèces d'animaux traités présentaient au contraire la belle fluorescence caractéristique et, au spectroscope, les bandes du rubrène.

La caractérisation du rubrène a été de nouveau faite, et le dosage a été pratiqué par spectrophotométrie en utilisant l'appareil de G. Yvon construit par A. Jobin. Cette méthode nous a permis de retrouver dans les fèces des rats ayant reçu quotidiennement 1^{mg}, $2^{mg},5$, 5^{mg} de rubrène, respectivement 76, 80 et 67 pour 100 du corps ingéré (1). Dans les extraits d'organes, nous n'avons pas plus caractérisé le rubrène avec le spectrophotomètre qu'avec le spectroscope.

En résumé : le rubrène ingéré *per os* est pratiquement dénué de toxicité pour le rat aux doses mentionnées. La plus grosse part (75 pour 100 environ) est éliminée par les fèces. Une fraction qui, dans nos expériences, correspond à peu près à 25 pour 100, doit être absorbée (2), mais aucune trace n'a été trouvée dans les organes. Sans doute le rubrène se transforme-t-il en une substance incolore. Enfin, le rubrène ingéré n'agit pas comme vitamine A.

---

(1) On s'est assuré que les extraits des fèces ne renfermaient pas d'*oxyrubrène* transformable en rubrène par l'action de la chaleur.

(2) Il faut tenir compte, dans l'appréciation des quantités, du degré de précision que l'on est en droit de demander à la méthode.

BACTÉRIOLOGIE. — *Bactéries acidoprotéolytiques dans le lait pasteurisé.* Note de M. **Constantino Gorini**, présentée par M. E. Roux.

Depuis longtemps j'étudie les bactéries qui résistent dans le lait aux températures élevées. En 1894 (¹) j'ai décrit le premier microbe thermophyle du lait qui se développe entre 37° et 65°, *B. lactis thermophilus*. En 1915 (²) j'ai signalé dans le lait pasteurisé des coccus acidoprotéolytiques thermorésistants, asporogènes *Mammococcus*. En 1928 (³) j'ai retiré du lait une variété acidoprotéolytique thermophyle du *B. Subtilis*, *B. acidificans presamigenes casei*. Pendant l'été dernier en contrôlant la conservation du lait pasteurisé à la laiterie centrale de Milan, j'ai observé que les bouteilles tenues à la température ambiante de 22° à 30° se comportaient différemment. Tandis que la plupart s'altéraient seulement au bout de 48-54 heures en donnant un caillot ferme, compact avec une acidité lactique de 5 à 7 pour 1000, d'autres s'altéraient déjà au bout de 28-34 heures donnant un caillot mou floconneux avec une acidité lactique de 2 à 2,5 pour 1000.

Il s'agissait donc du phénomène de la coagulation prématurée dite coagulation douce caractéristique des bactéries acidoprotéolytiques produisant de la présure en même temps qu'une faible acidité. En effet, l'analyse bactériologique a révélé dans les caillots fermes une prépondérance de ferments lactiques et de coccus acidoprotélytiques, dans les caillots mous une prépondérance de bacilles acidoprotéolytiques thermophiles facultatifs du groupe *subtilis*.

La laiterie de Milan emploie la pasteurisation lente et basse, 30 minutes à 63°, à cette température les bactéries thermophiles ont pu non seulement survivre, mais aussi se multiplier, de sorte que dans le lait pasteurisé, gardé à la température de l'été, ils ont poursuivi leur développement en altérant le lait bien plus rapidement que les ferments lactiques et les coccus acidoprotéolytiques qui à 63° ne sont pas tués, mais ne prolifèrent point.

Il est à supposer que la coagulation prématurée est moins à redouter dans le lait pasteurisé à haute température, 80° à 85°, les formes végétatives des bacilles acidoprotéolytiques étant détruites; toutefois leurs spores

(¹) *Giormale R. Societa Italiana d'Igiene*, 1, 1894, p. 56.

(²) *Rend. R. Instituto Lombardo Science et Lettere*, 48, 1915, p. 956.

(³) *Rend. Accademia Lincei*, 8, 1928, p. 598.

survivent et sont capables de germer pendant le refroidissement du lait à partir de 65°.

Les bacilles acidoprotéolytiques thermophiles du groupe subtilis sont parmi les microbes les plus nuisibles à la conservation du lait pasteurisé. d'où la nécessité de réfrigérer le lait au-dessous de 10° le plus tôt possible après la pasteurisation. La conservation du lait pasteurisé dépend moins de la charge microbienne totale que de la qualité des germes qui a résisté au chauffage. Le contrôle fondé seulement sur la numération des germes avant et après la pasteurisation est donc insuffisant.

MICROBIOLOGIE. — *L'atténuation de la Bactéridie charbonneuse en fonction de la nutrition.* Note de MM. **Maurice Piettre** et **Pierre Villedieu**, présentée par M. Achard.

On sait qu'en vue de la préparation des vaccins charbonneux l'atténuation de la Bactéridie de Davaine a été obtenue en utilisant l'action du vieillissement, de la chaleur (Pasteur), des antiseptiques (Roux, Chamberland) sur la forme mycélienne seule. Il importe en effet d'éliminer rigoureusement la spore, cause assez fréquente des accidents de la vaccination.

Les recherches récentes, dans cette direction, de Abt, Ducloux, Marine ont établi qu'une réaction acide, en milieux hydrocarbonés, peut, au même titre que les moyens classiques, conduire à l'obtention de races asporogènes du charbon. Ces techniques nouvelles, d'une réalisation longue et difficile, ne semblent pas apporter cependant de garanties absolues ni au point de vue des spores, ni au point de vue de la vitalité et de la virulence des formes mycéliennes.

Au cours de recherches poursuivies depuis plus d'un an par l'un de nous, sur les conditions de végétation de la Bactéridie charbonneuse, nous avons été amenés à constituer un milieu qui réunit le double avantage : 1° de conduire à une forme pratiquement asporogène, à l'instar de nos prédécesseurs; 2° de réaliser l'atténuation rapide de la virulence du mycélium et subséquemment de la spore.

I. Ce milieu pauvre, dit « de carence » [1], parce qu'il ne contient pas de

---

[1] Maurice Piettre, *Microbiologie du sol*, p. 205 (in *Production industrielle du café*, Paris, 1925).

peptone, aliment de choix pour la Bactéridie, répond à la composition suivante :

Agar-Agar [1]	18g	Eau distillée.
Gélatine extra	50	1000.
Phosphate bipotassique	10	»
Chlorure de potassium	5	»

On le prépare très simplement en faisant fondre à douce ébullition la gélose et la gélatine dans la solution aqueuse des deux sels. On filtre sur Chardin en autoclave à 100°-103° et répartit en tubes qu'on incline jusqu'à prise du gel, après stérilisation à 110°-112°.

La réaction du milieu, alcaline naturellement au papier de tournesol sensible, marque Gallois, correspond à $2^{cm^3}, 5$ NaOH $\frac{N}{1}$ pour 100^{cm^3} de milieu, c'est-à-dire se trouve voisine de celle des milieux habituels. Dans ces conditions la composition du milieu, c'est-à-dire la question de *nutrition*, paraît seule intervenir.

II. Le milieu gélose-gélatine minéralisé, que nous appellerons par abréviation milieu PV, impose à la bactéridie des *modifications morphologiques* importantes. Le premier ensemencement à partir de cultures sur gélose peptonée, très jeunes pour réduire au minimum la présence des spores, ne donne lieu qu'à un développemement extrêmement faible pendant les deux premiers jours. Dès le troisième jour la culture débute nettement pour devenir abondante et envahir en 48 heures toute la surface nutritive d'une épaisse couche crémeuse, blanc grisâtre. On ne note pas la présence de formes d'involution, mais de nombreux bacilles au lieu d'être rectilignes sont incurvés, diversement repliés, la sporulation est relativement peu abondante. Dès un premier repiquage sur milieu PV, l'apparition des colonies a lieu avec un seul jour de retard, mêmes caractères après 4 jours que précédemment, la proportion des spores a encore nettement diminué. Le troisième passage sur PV marque *une adaptation définitive au milieu*, développement rapide, abondant, prédominance des filaments mycéliens, longs, flexueux, entremêlés, à articles courts, spores rares. Au quatrième passage, l'aspect est celui d'un mycélium de moisissure. Les spores ont presque totalement disparu, à peine 1 ou 2 par champ du microscope. Ces caractères persistent désormais, indépendamment du nombre des repiquages.

---

(1) L'Agar-Agar employé contenait pour 100 : $1^g,055$ de CaO et $0^g,0099$ de P.

L'atténuation de la virulence suit le progrès de l'évolution morphologique. Elle a été étudiée par inoculation sous-cutanée, au cobaye, de chaque repiquage sur PV. Les deux premiers passages tuent le cobaye dans les délais normaux, 36 à 40 heures, avec les symptômes et lésions classiques. Au troisième passage, la résistance augmente très nettement, 5 sujets succombent seulement après 60 et 70 heures, 5 autres au bout de 80 à 85 heures. A l'autopsie on retrouve les lésions habituelles, mais nettement moins accentuées. Dans le sang l'agglutination des hématies est incomplète, on note après passage (pour conservation), à la chambre froide, des cadavres, la cristallisation partielle de l'hémoglobine, en gros cristaux libres dans le sérum et en microcristaux étoilés à la périphérie du stroma de nombreux globules rouges.

Le quatrième passage n'a tué aucun des dix cobayes inoculés. Les repiquages suivants n'ont paru provoquer aucune réaction bien nette.

III. Tous les efforts faits, en dehors du passage par les animaux d'expérience, pour rendre sa nocivité à la bactéridie atténuée par cinq et six passages sur milieu PV, ont été négatifs. Les ensemencements sur gélose peptonée notamment redonnent sans doute du premier coup les formes normales sporulées, mais la virulence ne reparaît pas, même après une série de huit repiquages, comme cela est la règle d'ailleurs.

Bien que le cobaye soit peu indiqué pour les expériences de vaccination anticharbonneuse, nous avons, sur les conseils de M. le professeur Achard, éprouvé vis-à-vis de cultures virulentes les sujets ayant résisté aux inoculations successives de charbon atténué ; tous ont succombé dans des délais variables, mais toujours nettement supérieurs à 40 heures.

Conclusion. — On peut donc obtenir par simple modification de la nutrition une atténuation rapide et complète de la virulence de la bactéridie charbonneuse, jusqu'à en faire une bactéridie saprophyte.

L'atténuation de la spore suit celle de la bactéridie dont elle provient. La *spore* ou *graine fixe* la *virulence* du *mycélium*.

Il semblerait dès lors possible de concevoir la préparation de vaccins mixtes, mélange de formes bacillaires et de spores.

La très grande misère du Laboratoire des Halles nous a empêché d'effectuer et de poursuivre ces recherches sur d'autres espèces animales plus favorables.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *Transmission de la fièvre exanthématique de Marseille par la tique méridionale du Chien* (Rhipicephalus sanguineus.) Note de M. **E. Brumpt**.

Il existe, dans plusieurs pays baignés par la Méditerranée ainsi qu'au Portugal, une maladie, apparaissant généralement pendant la saison chaude, dont l'individualité a été établie en Tunisie par Conor et Bruch (1910) qui lui ont donné le nom de fièvre boutonneuse. Cette même infection, parfois confondue avec le typhus exanthématique bénin, a été étudiée par Carducci (1920) en Italie et, depuis 1925, par Olmer dans la région marseillaise.

Les malades atteints de fièvre exanthématique vivent souvent au contact de chiens couverts de tiques et présentent parfois sur leur corps une escarre, la tâche noire de J. Pieri, qui se développe au point où une tique a été arrachée quelques jours plus tôt par le malade; aussi divers auteurs (Olmer, Raybaud, Godlewski, Beros et Balozet) ont pensé au rôle étiologique que pouvaient jouer les tiques du chien. Cette hypothèse a été démontrée exacte par Durand et Conseil (1930) qui ont réussi à donner, à Tunis, la maladie à l'homme, dans deux cas sur deux, par inoculation sous-cutanée du broyage de 15 *Rhipicephalus sanguineus* (5 mâles, 3 femelles gorgées de sang et 7 nymphes) récoltés sur un chien dont le sang, inoculé à deux sujets, s'était montré non infectieux.

L'espèce de tique utilisée par Durand et Conseil étant très facile à élever expérimentalement et à expédier au loin, il était intéressant de savoir si la fièvre exanthématique, bénigne et non contagieuse, qu'elle transmet, pourrait être utilisée en pyrétothérapie au même titre que le paludisme et les fièvres récurrentes provoquées. Je fis part de cette opinion à mon collègue Henri Claude qui voulut bien faciliter mes études et auquel je tiens à exprimer mes bien sincères remercîments.

D'autre part, en se plaçant au point de vue épidémiologique, il était important de savoir si la fièvre exanthématique était due à l'inoculation fortuite d'un germe symbiote des tiques ou si ces dernières puisaient leur infection sur quelque mammifère ou oiseau, réservoir de virus. Deux expériences furent instituées pour établir ces points.

Un premier sujet, D., inoculé sous la peau, le 17 octobre 1930, avec le produit de broyage de 110 *Rhipicephalus sanguineus* adultes mâles et femelles appartenant à une deuxième génération (1074 XI) éclose en

août 1930, provenant d'adultes d'origine marocaine récoltés à mon intention, sur le chien par H. Velu en juin 1929 et élevée sur des hérissons, n'a présenté ni réaction locale, ni infection. Cette expérience permet d'admettre que le virus de la fièvre exanthématique ne provient pas d'un parasite constant des tiques. Le sujet inoculé n'était d'ailleurs pas immun, puisque, injecté par le Dr Costes avec le sang du sujet suivant, il s'est infecté le 10e jour.

Un second sujet, M., inoculé également le 17 octobre 1930, sous la peau, avec le produit de broyage de 100 *Rhipicephalus sanguineus* adultes mâles et femelles (1149 XI) provenant de l'éclosion de nymphes récoltées par moi à la fourrière de Marseille, où le Dr Heckenroth avait bien voulu me conduire, sur des chiens, sur les parois des murs et sur des toiles d'araignées, le 23 août 1930, eut, après une incubation de 5 jours, une fièvre exanthématique typique d'une durée de 12 jours, accompagnée de l'éruption caractéristique ayant débuté le 4e jour de fièvre et persistant après la chute de la température.

Ce cas positif présente un intérêt d'autant plus grand qu'il a été produit par des tiques adultes à jeun, conservées à la température du laboratoire, provenant de nymphes récoltées 56 jours plus tôt. Le virus peut donc passer de la nymphe à l'adulte et conserver ses propriétés dans le milieu extérieur même à une température assez basse, puisque, pendant un mois avant l'inoculation, les tiques vivaient à 14-16° C. Les rhipicéphales adultes doivent d'ailleurs conserver leur pouvoir infectieux durant l'hiver, car ceux qui éclosent en septembre attendent le printemps pour se fixer sur un hôte favorable. Le même phénomène s'observe chez les nymphes à jeun provenant de larves tombées après gorgement à la fin de septembre ou au début d'octobre. Les exceptions à cette règle sont rares. Je signalerai cependant que Pringault et Vigne ont récolté cette espèce de tique à l'état adulte sur une femme et sur l'encolure d'un cheval, à Marseille, en décembre 1920 et en janvier 1921, fait qui explique les cas, très rares d'ailleurs, de fièvre exanthématique signalés en hiver.

Puisque les expériences de Durand et Conseil et celles relatées dans ce travail démontrent le rôle pathogène des *R. sanguineus* et que l'une de mes expériences montre que le virus pathogène n'est pas dû à l'inoculation d'un germe banal de cet acarien, il reste à chercher quel est le réservoir de virus dans la nature. Comme cette tique a été rencontrée sur 37 hôtes différents, dont 34 mammifères, y compris l'homme, deux oiseaux et une tortue et puisque, d'après mes expériences, elle se fixe de plus sur le rat, la souris, le mulot, le lérot et sur la poule, on voit que beaucoup de recherches restent

à entreprendre pour élucider ce point. L'homme ne peut jouer aucun rôle dans la conservation du virus car les tiques, aux divers stades de leur évolution, qui se fixent sur lui sont arrachées avant d'avoir pu se gorger de sang. L'être le plus suspect, au point de vue épidémiologique, est le chien, soupçonné déjà par divers auteurs, mais, après lui on doit penser aussi à divers animaux domestiques et sauvages, chat, lapin, oiseaux de basse-cour, rongeurs ou insectivores fréquentant l'habitation humaine ou ses dépendances.

Le *R. sanguineus* est-il la seule tique capable de transmettre la fièvre exanthématique? La fréquence saisonnière identique de cette espèce de tique et de l'infection semble soutenir cette hypothèse. Il est, en effet, bien probable que les *Ixodes ricinus* qui ont été incriminées par Olmer et par Godlewski étaient des tiques mal déterminées appartenant en réalité à l'espèce *R. sanguineus*. L'*Ixodes ricinus* est d'ailleurs une tique rare sur le chien qui, en France, est habituellement infesté, dans le midi, par *R. sanguineus* et *Dermacentor reticulatus*, et, dans le Nord, par cette dernière espèce et par *Ixodes hexagonus*.

La lutte contre les tiques transmettant la fièvre exanthématique pourra s'effectuer par un procédé chimique, en baignant les chiens dans des solutions arsenicales et ixodicides et par un moyen biologique en utilisant un hyménoptère parasite l'*Ixodiphagus caucurtei*.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *L'intradermo-malléination seconde chez le cheval morveux*. Note [1] de M. **J. Verge**, présentée par M. E. Leclainche.

La double intradermo-réaction a été appliquée, avec plus ou moins de succès, au diagnostic des tuberculoses bovine, porcine et canine, de l'entérite chronique hypertrophiante et de l'avortement épizootique des bovidés. Nous avons essayé d'adapter la méthode à la recherche de la morve équine, en utilisant tour à tour comme réactif soit la malléine, soit la whitmorine ou mélioïdine [2].

Il convient d'opérer de la façon suivante :

Le premier jour, raser un carré de peau sur le milieu de l'une des faces de l'encolure — à égale distance du bord supérieur et de la gouttière jugu-

(1) Séance du 3 novembre 1930.

(2) La whitmorine, ou mélioïdine, est un extrait, en milieu glycériné, d'un bacille paramorveux : *Bacillus whitmori*.

laire. — Injecter dans le derme, au centre de l'aire rasée, $0^{cm^3},1$ de malléine (ou de whitmorine) brute.

Le troisième jour, apprécier l'épaississement de la peau et l'œdème, en même temps que la température et la sensibilité locales. Inoculer alors, *au même point du derme*, $0^{cm^3},1$ du réactif précédemment utilisé.

Le quatrième jour, noter à nouveau l'état des téguments.

Voici les réactions que nous avons enregistrées sur un cheval authentiquement morveux, malgré l'absence de signes cliniques :

1° *Réaction à la malléine*. — L'injection première ou sensibilisante déclenche un œdème local très accusé, des dimensions de la paume de la main, avec douleur et chaleur manifestes et traînées lymphatiques se dirigeant vers le ganglion préscapulaire.

L'injection seconde suscite une réaction moins violente : œdème plus nettement circonscrit, sensibilité moins vive et inflammation lymphatique moins étendue.

2° *Réaction à la whitmorine*. — Vers la cinquième heure qui suit l'inoculation sensibilisante, on assiste au développement d'une tuméfaction étendue, chaude, douloureuse, avec engorgement lymphatique débordant le point d'injection, le tout persistant jusqu'à la trente-sixième heure.

L'inoculation seconde provoque une réaction beaucoup moins marquée que la précédente.

De cet ensemble de faits, il nous semble permis de tirer la double conclusion suivante :

1° L'intradermo-malléination seconde ne donne point, chez le cheval morveux, de résultats meilleurs que le test simple et ne paraît pas, en conséquence, devoir être recommandée.

2° La whitmorine déclenche une réaction intradermique comparable à celle que provoque la malléine. Cela nous permet d'insister, une fois de plus sur le rapprochement qu'il y a lieu d'établir entre les deux infections : morve et mélioïdose.

M. **Marcel Baudouin** adresse une Note intitulée *Les Oursins fossiles travaillés par l'Homme préhistorique*.

A $15^h 55^m$ l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à $16^h 20^m$.

E. P.